

عجائب الأرض والسماء

الدكتور محمد جمال الدين الفندى

دار المعارف بمصر

٥

رسم الغلاف بريشة يوسف فرنسيس

٥ قروش ج. ع. م.	١٠٠ مليم فى ليبيا	١٫٥٠ ديناراً فى الجزائر
٦٠ ق. ل	٧٥ فلساً فى العراق والأردن	١٥٠ فرنكاً فى المغرب
٧٥ ق. س	١٢٠ فلساً فى الكويت	١ ريالا سعودياً
٦٠ مليماً فى السودان	١٢٥ مليماً فى تونس	

عجائب الأرض والسماء

الدكتور محمد جمال الدين الفندى

عجائب الأرض والسماء

اقرأ ٢٦٣

دار المعارف بمصر

اقرأ ٢٦٣ – نوفمبر سنة ١٩٦٤

ملتزم الطبع والنشر : دار المعارف بمصر – ١١١٩ كورنيش النيل – القاهرة ج.ع.م.

مقدمة

إن كشوف البشر فى مختلف الآفاق قد اتسعت رقعتها وشملت كثيراً من معالم الأرض والسماء، وإنه لمن المفيد والممتع حقاً أن نقدم للقارئ موجزاً لما تم جمعه من معلومات حديثه عن العالم الذى نعيش فيه . ولكى نثير اهتمام القارئ سوف نقدم له كذلك نتائج حلول مشكلات علمية هامة فى هذا المجال ، كانت ولا تزال أهم ما يدور حوله البحث فى منطقتنا ، مما يتطلع المواطن العربى إلى معرفته والوقوف على حقيقة أمره ، وذلك لاعتبارات عديدة منها اتصال بعض هذه المسائل بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بحياتنا ومستقبل بلادنا .

وقديماً كانت الهوة واسعة بين العلوم الطبيعية وعلوم الحياة ، أما اليوم فإن هذه الهوة تضيق على التدريج ، ويلوح أن هذه العلوم كلها ستلتقى يوماً ما . فمثلا بدأ تقدير عمر الأرض على يد الفلكيين والجيولوجيين بنحو ثلاثة بلايين سنة ، أما اليوم فقد تعرض لهذه المسألة علماء الحياة عندما تعمقوا فى دراسة أنواع الكائنات الحية التى ظهرت خلال البليون سنة الأخيرة ، وراحوا يلحظون أن التطور الذى طرأ عليها لا يمكن أن يكون قد تم واكتمل خلال تلك الفترة فحسب ، بل تطلب قبلها نحو عشرة بلايين سنة أى أكبر من عمر الشمس البالغ خمسة بلايين سنة !! .
وهم يقررون كذلك أن البحر أكثر إخصاباً من اليابس مما جعل الحيتان

مثلا التى تمثل الفيلة على الأرض تكتمل نضوجها فى عامين أو ثلاثة ، بينما يتطلب نضوج الفيل نحو عشرة أضعاف هذا القدر من السنين ! وهم اليوم يدرسون خصائص البحر الطبيعية تمهيداً لمسحه وزراعته وفلاحته !

والطبيعة وظواهرها هى معلمنا الأول . وكل ما علينا هو أن نرصدها ونتتبع نواميسها المختلفة ، ثم نحاول تعليل أو تفسير ما نرى بطريقة علمية لفهم أسباب تكوينها ، فلكل ظاهرة علة أو سبب . ويحتكم العلماء دائماً إلى الطبيعة ذاتها لدعم آرائهم وتثبيت نظرياتهم ، وتتجلى هذه الحقيقة كاملة فى مجالى الرصد الجوى والفلك وعلوم الفضاء .

وليس موضوع دراسة الظواهر الطبيعية بالموضوع الحديث ، فقد اهتم الإنسان بالجو وتقلباته من قديم الزمن ، خصوصاً بين الرعاة والملاحين ونحوهم ممن يتوقف مدار عملهم على الطوارئ الجوية . ولقد ولدت فيهم الطبيعة غريزة التكهن بجوهم المحلى ، فكانوا يرصدون الحالة الراهنة للجو بدقة وعناية ، وبواسطة تلك المشاهدات المبنية على طول المران وعلى قدر ما من الخبرة استطاعوا أن يكونوا فكرة لا بأس بها عن التغيرات الجوية المنتظرة .

ولقد اهتمت الحضارات القديمة اهتماماً متفاوت المدى بعلمى الرصد الجوى والفلك . فنى مجال الرصد الجوى سبق الصينيون غيرهم فى صنع أول أجهزة الرصد على الإطلاق ، وهو جهاز قياس المطر . ومن الوجهة النظرية يعتبر أرسطو أول من عالج أسباب تقلبات الجو ، إذ كتب فى القرن الرابع قبل الميلاد نبذة أسماها (متيورولوجيكا) ، ضمنها

آراءه ووجهة نظره الفلسفية عن أسباب تلك التقلبات . ولقد ظل هذا العلم راكداً خلال أجيال متعاقبة من بعد أرسطو إلى أن جاء العرب وحرروا الفكر من عقاله وكانت لهم كشوفهم فى ميادين دورات الرياح العامة على الأرض ، ومنها الرياح التجارية التى يسميها الفرنجة (تريدز) ، والرياح الموسمية وتعرف حتى الآن باسم (مونسون) .

وفى القرن السابع عشر الميلادى صنع تورشيلى جهاز المضغط الزئبقى « البارومتر » الذى قاس به عنصر الضغط الجوى . ولقياس الضغط الجوى وتوزيعاته على الأرض أهمية عظمى ، إذ أن اختلافات الضغط هى التى تدفع الهواء على الحركة ، أى أنها تولد الرياح ، لأن الرياح هى الهواء المتحرك . وترتفع درجة الحرارة فى مكان ما أو تنخفض من يوم إلى آخر إذا ما تعاقبت عليه تيارات هوائية ساخنة أو باردة . ويعتبر تحديد هذه التيارات من أهم مشكلات التنبؤ الجوى فى عصرنا هذا .

وتم اختراع مقياس درجات الحرارة (الترمومتر) على يد غاليليو غاليلى ، وبذلك خطا علم الرصد الجوى خطوة أخرى نحو التقدم الملموس ، فاختلاف درجات الحرارة على سطح الأرض هو السبب فى اختلاف ثقل الهواء أو كثافته ، ويتبع ذلك اختلاف الضغط . هذا كما أنه صنع المنظار الفلكى المكبر (التلسكوب) الذى ساعد بصفة عملية على تقدم علوم الفلك والدخول بها فى عصر جديد .

وفى أوائل عصر النهضة استغل العلماء القدرة على قياس الضغط الجوى فى وضع مبادئ علم التنبؤ الجوى لتأمين سلامة الملاحة البحرية التى كانت مضطردة التقدم وقتئذ : فمثلا كتبت على جهاز المضغط الزئبقى

كلمة اضطراب جوى عند قراءة ٢٩,٥ بوصة ، وكلمة مطر عند قراءة ٢٩ بوصة ، ومطر غزير عند قراءة ٢٨,٥ بوصة ، وعاصفة عند قراءة ٢٨ بوصة ، هذا مع العلم بأن الضغط الجوى العادى يمكن أن يعادل نحو ٣٠ بوصة زئبق أو ٧٦ سنتيمتراً .

أما فى مصر فقد بدأت عملية جمع الأرصاد فى مايو من عام ١٨٢٩ ، وذلك عن طريق تدوين درجات الحرارة فى إحدى غرف ديوان المدارس ببولاق خمس مرات يومياً فى مواقيت الصلاة ، إلا أن عمليات الرصد الجوى انتقلت بعد ذلك إلى (الرصدخانه) أو مرصد العباسية الذى أنشأه إسماعيل الفلكى عام ١٨٦٥ . ولقد تطورت عمليات الرصد الجوى بعد ذلك وألحقت بجهات مختلفة حتى انتهى الأمر بإنشاء دراسات الأرصاد بجامعة القاهرة ، وإنشاء مصلحة الأرصاد الجوية عام ١٩٤٦ فنهضت بتطبيقات هذا العلم نهضة رائعة ، وراح الناس يتطلعون إلى تنبؤاتها الجوية كل يوم ، خصوصاً إذا ما اضطرب الجو وكشر عن نابه .

ولقد سايرت كل من مصلحة الأرصاد وجامعة القاهرة الركب وتم إنجاز كثير من البحوث . ونحن نستطيع أن نجنى الآن ثمار هذه الأعمال المجيدة كلها ، وهى ناحية يهتم بها كل فرد مهما كانت طبيعة عمله ، فإن حياتنا تتأثر ولا شك تأثيراً بالغاً بالجو وتقلباته . ولكل إقليم جوه الخاص الذى يميزه . وكلما زاد فهمنا لطبيعة جونا ووقفنا على حقيقة أمره صار فى مستطاعنا استغلاله لمصلحتنا ليكون خيراً لنا بدلا من أن يكون شراً علينا .

ولقد نجح الإنسان فى هذا العصر فى السيطرة على الجو فى حدود

ضيقة ، وهناك من الأسباب ما يحملنا على الجزم بأن أعمال خبراء الجو تزداد أهمية من يوم إلى آخر ، كما تتطلع إليها الجموع المتزايدة . فكلما اتسعت مجالات صناعاتنا وزراعاتنا كلما زاد اهتمامنا بمعرفة الجو وتقلباته .

والحق أن الجو هو أكثر شيء نتحدث عنه فى مجتمعاتنا ، خصوصاً إذا ما اجتاحت البلاد عاصفة هوجاء أو موجة من الحر الشديد أو المطر الغزير . وغالباً ما يبدو لكثير منا كأنما ليس للعاصفة مكان معين تقبل منه ، إلا أن هذه ليست هى الحقيقة كما سنبين فى كتابنا هذا .

أما معالم السماء فقد درست عن طريق علم الفلك ثم علوم الفضاء . ولقد فرضت هذه الدراسات على الإنسان طبيعة الكون المجهول من حوله ، وتطلعه إلى كشف غوامضه وحل ألغازه والوقوف على أسراره . ومن أقدم الشعوب التى اشتغلت بهذه العلوم الأشوريون والهنود والمصريون القدماء والإغريق ثم العرب ، إلا أننا لسنا بصدد استعراض أعمالهم ، ولكن يهمنا إبراز ما أظهره عصر الفضاء من أعاجيب بعد أن نجح الإنسان فى استخدام الصواريخ .

ومرة أخرى نجد الصينيين أول من أطلقوا الصواريخ من أجل اللهو والتسلية فى الأفراح والأعياد خلال حكم أسرة تانج التى امتد سلطانها من عام ٦١٨ إلى عام ٩٠٧ ميلادية ، ثم راحوا يستخدمونها كسلاح حربى أطلقوا عليه اسم « أسهم اللهب الطائرة » . ولقد بدأ هذا السلاح كنوع مرعب مخيف خلال تلك الفترة من الزمان التى كان القتال فيها يدور بالحراب والسيف أو القوس والنشاب .

وخلال القرون الوسطى عرف الأوربيون أمر الصواريخ عن طريق العرب ، ثم راحوا يستخدمونها بدورهم فى الأفراح والأعياد . وفى القرن الثامن عشر استعملها الإنجليز فى الحرب على يد « وليام كنجريف » ، وكانت تخيف الناس لدرجة أنه عندما صنع « جورج ستيفنسن » قاطرته البخارية ، وانطلق بها بسرعة وصلت إلى ما يربو على ثلاثين كيلو متراً فى الساعة أعلن مواطن إنجليزى أرهبته تلك السرعة أنه ينتظر من الناس أن يعدوا أنفسهم للانطلاق على متن صاروخ من صواريخ كنجريف ما داموا قد اطمأنوا إلى تلك الآلة السريعة الحركة واستسلموا إليها ! ومن غير ما جلبة أو ضوضاء أطلق ستيفنسن على قاطرته اسم (الصاروخ) ، وراح يشق بها طريق الثروة والمجد . ولم يكن يدور بذهن أحد فى تلك الآونة (عصر البخار) أن الصاروخ سيصبح فى يوم من الأيام وسيلة ناجحة من وسائل النقل والسفر عبر الفضاء الكونى (عصر الفضاء) .

ويتحرك الصاروخ ويعمل بمبدأ رد الفعل الذى لم يعرف إلا بعد قرون من استخدام الصواريخ ، عندما صاغه نيوتن باسم القانون الثالث للحركة الذى يقول : (لكل فعل رد فعل يساويه فى المقدار ويضاده فى الاتجاه) . وفى الواقع يندفع الصاروخ بقوة تولدها مواد محترقة تتدفق بوفرة وغزارة من فتحة فى مؤخرته . هذه المواد هى أكداس من جزيئات الغازات المتدفقة بقوة تحت ضغوط عالية تتولد داخل الصاروخ باشتعال الوقود .

ولقد شهد القرن التاسع عشر عدة استعمالات قيمة للصواريخ مثل

استخدامها فى حمل الأضواء الكاشفة إلى أعالى الجو من أجل الكشف عن مواقع العدو أثناء الليل ، ومثل استخدامها فى إعطاء الإشارات ، وتوصيل حبال النجاة إلى السفن من أجل إنقاذها وهى فى عرض البحر . . .

وفى أوائل القرن العشرين استخدم نفر من العلماء الصواريخ فى دراسة الطبقات العليا من جو الأرض ، التى لا تصلها بالونات الرصد الجوى — مثل ١٠٠ — ٢٠٠ ميل . ثم بدأ مولد الصاروخ الحربى من جديد فى عام ١٩٢٩ ، عندما أصدر الجيش الألمانى أوامره إلى فرع القذائف لبحث احتمالات الاستفادة من الصواريخ كسلاح حربى لم تحرمه معاهدة فرساى التى حالت دون إعادة تسليح ألمانيا ، ووكلت تلك المهمة إلى ضابط من المعهندسين هو « وولتر دورنبرجر » ومساعده « فون براون » اللذان اتخذا (بينموند) مقراً لأبحاثهما .

وبعد جهد عظيم صنع رجال (بينموند) أول صاروخ حربى موجه يأخذ مساراً طويلا منحنياً ؛ يبدأ من نقطة الانطلاق ليصعد بزاوية ميل معينة ، ثم عندما يبلغ أقصى ارتفاع له يهوى هابطاً فى مساره المنحنى لينتهى عند الهدف على سطح الأرض . وعقب ذلك النجاح آمن العاملون فى (بينموند) بأن بناء سفن الفضاء التى سوف تحمل الناس إلى الكواكب القريبة بات أمراً متوقعاً ، وعلق دورنبرجر بقوله : « لقد برهنا على أن المحركات الصاروخية تصلح لإنجاز أسفار الفضاء . . . واليوم يبدأ عصر غزو الفضاء » .

وما إن وضعت الحرب العالمية الثانية أوزارها حتى بدأ التسابق بين الدول الكبرى فى إنتاج الصواريخ والأقمار الصناعية ، ولم تتخلف

جمهوريتنا فى عهد الثورة المباركة عن الركب فأتمت صناعة الظافر والقاهر . هذا كما أطلق الروس قمرهم الصناعى الأول ــ سبتنك الأول ــ فى الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ بسرعة بلغت حدود ٨,٥ كيلومترات فى الثانية ، ليسبح فى مدار حول الأرض بميل بزاوية قدرها ٦٥ درجة على خط الاستواء ، وبلغ أوج المسار (أكبر ارتفاع له ٩٥٠ ك.م ، أما الحضيض (أقل ارتفاع فقد كان ٢٢٦ كيلو متراً . وأعقب ذلك إطلاق الأقمار والكواكب الصناعية فى سلسلة متواصلة من أجل دراسة معالم الفضاء ، حتى صار إطلاق سفن الفضاء التى تحمل البشر أمراً متوقعاً من حين إلى آخر .

هذا وقد يجد القارئ بعض الصعوبة فى تتبع أجزاء من فصول هذا الكتاب ، إلا أن نصيحتى له هى نفس النصيحة التى أسديها دائماً بأن يعاود من آن إلى آخر تلاوة ما فاته فهمه أو تتبعه ، فإنه بذلك تتفتح له المعانى .

ومهما يكن من شىء فإن الموضوعات التى سقتها فى هذا الكتاب تتضمن فى رأيى كثيراً من الطرافة وغرابة النتائج مما يثير الاهتمام ويجعل القارئ يتساءل طويلا عن مدى صحتها قبل أن يسلم بها . كل ذلك فى أسلوب سهل وعبارات خالية قدر المستطاع من المصطلحات العلمية .

جمال الفندى

١ – ماذا رأى الأقدمون !

لقد أصبحت الحقائق العلمية الخاصة بغلاف الأرض الجوى وما يليه من مكونات الفضاء الكونى من الأهمية بمكان فى هذا العصر بحيث لا يستغنى عن معرفتها القارئ . فبالإضافة إلى أننا نعيش تحت رحمة هذا الغلاف بما يدرأ عنا من أهوال الفضاء الخارجى وأخطاره ، وبالإضافة إلى أننا عشنا فى قاع هذا المحيط منذ نشأتنا الأولى على الأرض ، تجدنا الآن نسمع النشرات الجوية ونقرؤها كل يوم ، ونحاول فهم ما يعلل به المختصون ظواهر الجو البالغة الأثر من حر وبرد وعواصف وأنواء وأضواء متباينة البهاء فى السماء . هذا كما تمخر طائراتنا عباب هذا المحيط وتخترقه صواريخنا وأقمارنا الصناعية لتسبح فى الفضاء الكونى وتزودنا بالمعلومات اللازمة عنه .

ونحن عندما نستعرض ظواهر الطبيعة نجد أن منها ما ينشأ فى أعماق الفضاء كما أن منها ما ينشأ داخل غلاف الأرض الجوى ، وفيهما معاً تتجلى الطبيعة برقتها ووداعتها تارة ، وعنفها وجبروتها تارة أخرى .

وقديماً اعتقد الناس خطأً أن الأرض هى مركز الكون ، وأن غلافها الجوى يمتد إلى الكواكب التى عرفوها ، وأن النجوم ما هى إلا فوانيس تحلى السماء التى فيها تتولد السحب ويخزن ماء المطر . ولقد كان الإسكندر الأكبر يرجو أن يزور السماوات داخل عربة تحملها النسور!

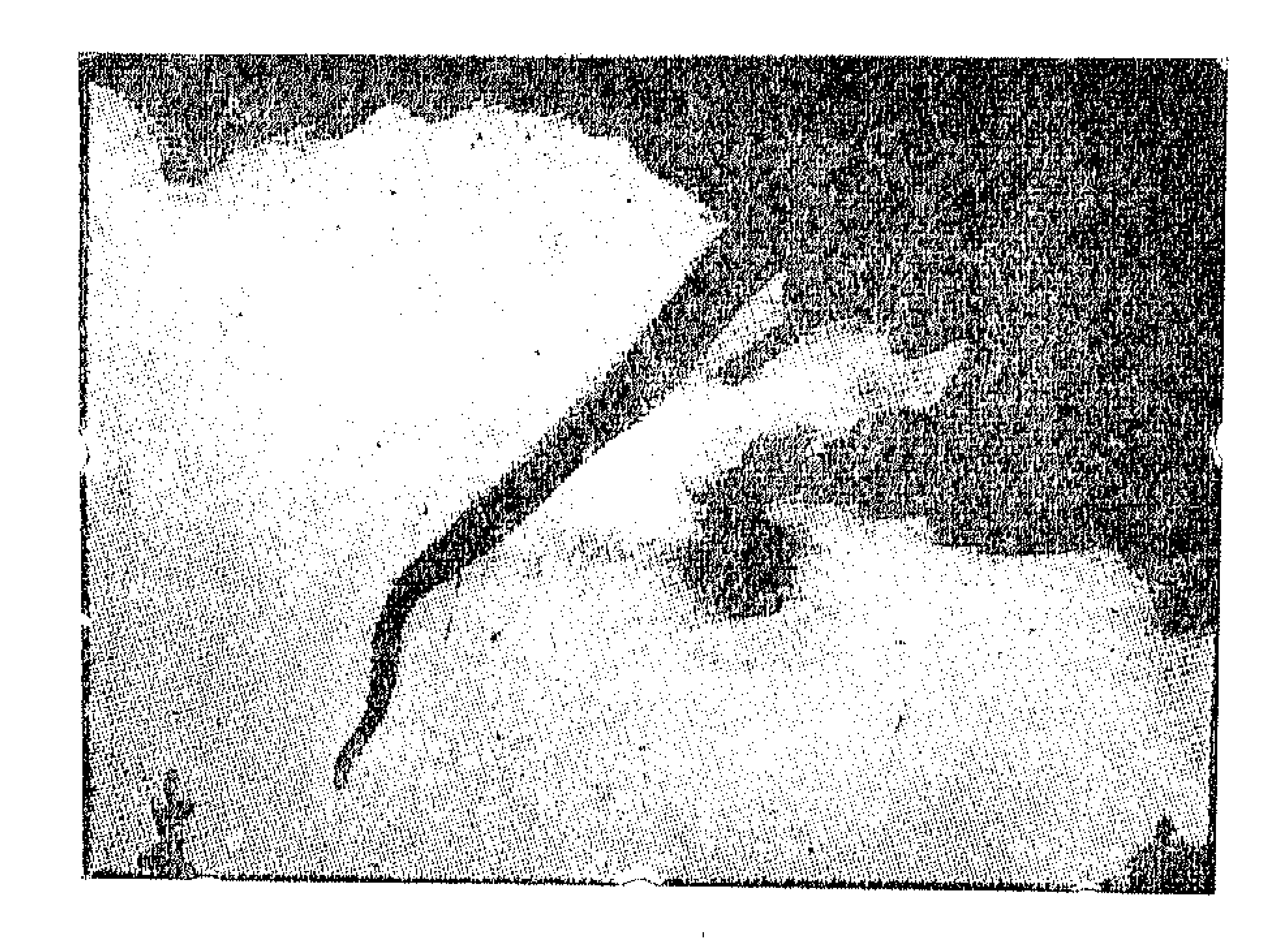
وبعد جهد جهيد ، ونضال علمي مرير ، عرف الناس أن الأرض ليست هي مركز الكون ، وأن غلافها الجوى لا يمتد إلا إلى علو بضعة مئات الأميال من سطحها ، وأنه هو الذى يثير السحب بمختلف أنواعها ، أى أنه هو الذى يعمل على تكوينها تحت ظروف معينة (سواء منها المنخفضة التى تجود بالمطر بعد أن تتراكم طبقاتها بعضها فوق بعض وتعرف باسم السحب الركامية ــ شكل أو المتوسطة الارتفاع التى تتواجد قواعدها على علو يتراوح فى المتوسط بين ٢ و ٤ كيلومترات وتتكون أجزاؤها من بلورات الثلج المختلف الحجم والصفات أو العالية وأشهر أنواعها السمحاق ، الذى يتكون من بلورات دقيقة من الثلج وهى لا ترى ظلا أثناء النهار

وأهم ظواهر الجو وأبعدها أثراً بصفة عامة الأعاصير والعواصف المختلفة مثل عواصف الرمال التى تكون أشد ما يمكن فى المناطق الصحراوية أو الوديان الجافة شكل (١) ، وعواصف الرعد التى هى عبارة عن تفريغات كهربائية (شرارات بين أجزاء السحابة المختلفة أو بين سحابتين متجاورتين أو بين السحابة والأرض إذ تعرف بالصاعقة ، ونافورات الماء التى تبدو على هيأة القمع الذى يتدلى من السحب إلى الأرض وخلاله يتصل ماء السحاب بماء البحر ، وقد ترتفع أسماك البحر الصغيرة إلى عنان السماء فى هذا القمع ، ثم لا تلبث أن تمطر السماء سمكاً بعد أن تهدأ الرياح الصاعدة ــ شكل (٢) .

وما نافورة الماء هذه إلا صورة مصغرة للأعاصير المدمرة . التى سيأتى تفصيل أمرها .



شكل (١) عاصفة الرعد



شكل (٢) قمع من السحاب يتدلى من السماء

ولقد رأى الإنسان الأول فى ظواهر الجو مصدراً من مصادر الخوف والرهبة : فكان يتصور الرياح فى هبوبها وثورانها أحياناً ، وفى رقتها ونسيمها أحياناً أخرى أرواحاً خفية تتمتع بنوع من الحياة . وكثيراً ما كان ينظر إلى الحياة والروح كنظرته إلى حياته وروحه هو ، ويعتبر الروح ساكنة فيما حوله من أفاعى ووحوش وطيور إلى غير ذلك من الكائنات الحية .

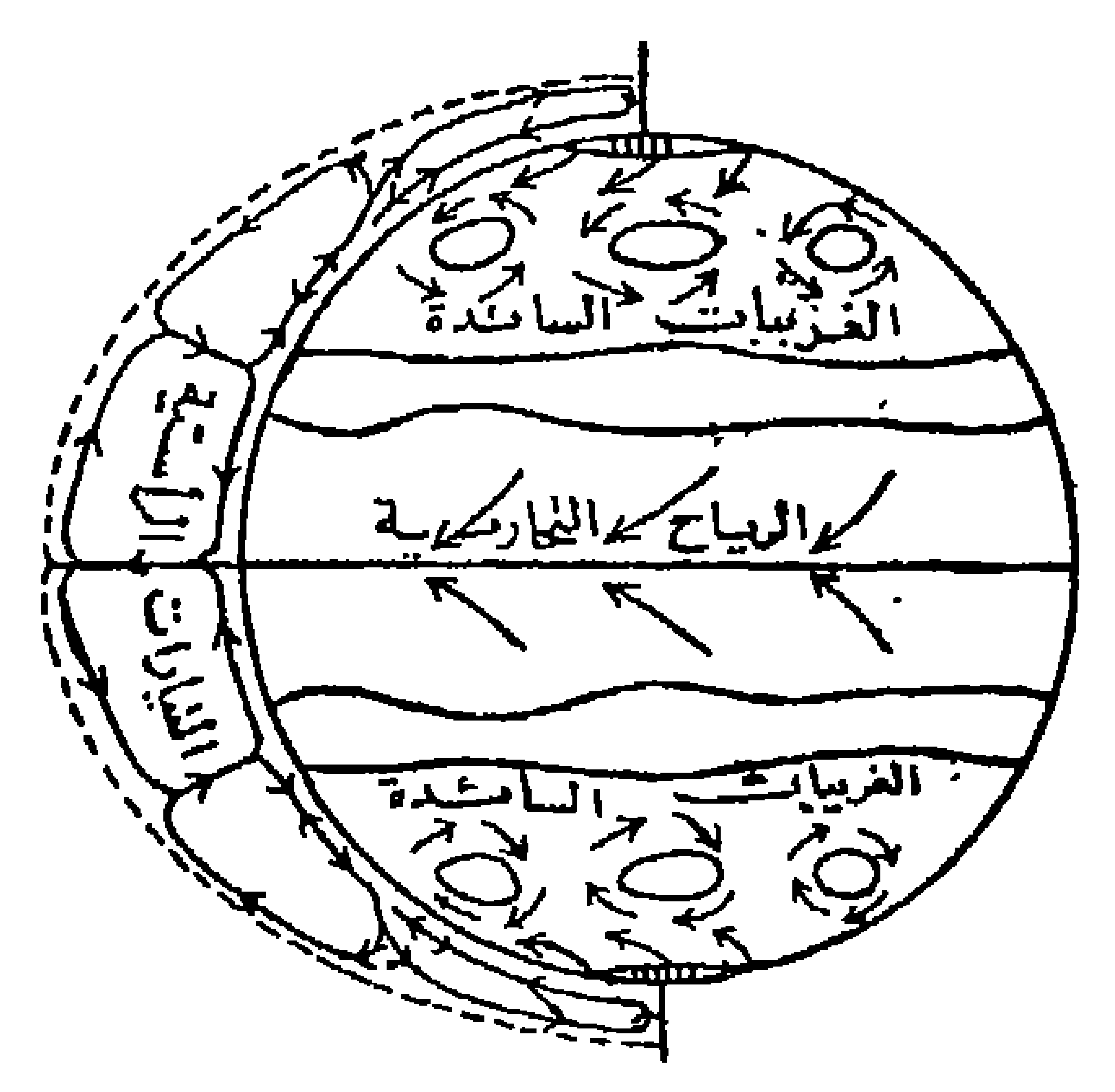
وقد لازم الإنسان أيضاً فى حضاراته القديمة ، لدى المصريين والآشوريين والفينيقيين والإغريق والرومان ثم العرب ، ظهور كثير من الأساطير والأحاجى التى غلبت عليها الخرافات واستحوذ عليها الرجم بالغيب حول طبيعة الهواء والأنواء وما تجود به السماء من ماء . فلقد كانت الفكرة السائدة عند قدماء المصريين مثلا أن المطر إنما ينهمر من ماء مختزن فى السماء ، ولذلك فإن البلاد التى تعتمد على المطر كبلاد المورة (اليونان أو الإغريق قديماً) سوف يأتى عليها يوم تموت فيه من العطش ، وبطبيعة الحال يتم هذا عندما ينفد ماء السماء . أما شمال وادى النيل فهو يرتوى من ماء نهر النيل العظيم الذى يفيض كل عام من ماء محيط الأرض الذى لا ينضب . . . وإلى عهد قريب كان الإنجليز فى القرون الوسطى يعزون قلة المطر وشحته من حين إلى آخر إلى ذنب ترتكبه الضفادع ! فعندما لا تجود السماء بالماء كانوا يضربون ضفادعهم المسكينة لينهمر المطر ! !

وفى العصور الوسطى كان التجار ومن على شاكلتهم من رواد البحار مصدر أغلب الأحاجى المنتشرة ومردديها . وإنك لتجد تلك الأساطير مدونة بصور مختلفة وطرق متباينة فى كثير من مصنفات الحضارات

القديمة ومخلفاتها ، وقد نسج الخيال فيها خيوطه ، وأضافت إليها الخرافات ما أضافت ؛ خصوصاً عن طريق الخلط بين عالمي الطبيعة وما وراء الطبيعة.

أما العرب فإنهم لم يعنوا فى أول أمرهم بترك آثار مكتوبة عن آرائهم ومعارفهم ، واستمر الحال هكذا زمناً طويلا ، حتى جاء عام ٨٥١ ميلادية فكتب أحدهم مخطوطاً تحدث فيه عن المحيط الهندى وأنوائه على أساس الخبرة الشخصية . ويوجد هذا المخطوط بمكتبة باريس ، ويعرف باسم (رحلة التاجر سليمان) . وفى واقع الأمر لم يكن سليمان هذا وحده هو صاحب هذا المخطوط ، بل أضاف إليه شخص آخر يقال له أبو زيد حسن السيرافى ما جمع من معلومات وما استقى من أخبار على ألسنة التجار وعمال البحر فى بلدة سيراف ، وكانت تلك هى خطتهم فى جمع المعلومات.

ولقد عمد سليمان إلى الإسهاب فى وصف رحلاته فى بحار الشرق من الخليج العربى حتى بلاد الصين ، وكلها كانت تزدهر بالحضارات القديمة . وكانت الرحلة الكاملة تستغرق نحو عام كامل فى الذهاب والإياب ، إذ كانوا يستغلون دورة الرياح العامة فى تلك الأرجاء ، وخاصة فى المحيط الهندى ، إذ تصير الرياح جنوبية غربية إبان الصيف وشمالية شرقية فى الشتاء — راجع شكل (٣) — والرياح الأولى هى الموسمية الممطرة ، أما الثانية فهى تكاد تهب بانتظام على المحيط . ولعله من هنا نبتت تسمية الرياح التجارية ، فالعرب هم أول من أطلقوا على هذه الرياح الهامة على الأرض اسم (الرياح التجارية) . وحتى الآن يسميها الغربيون (تريدز) أى التجارية ، وهى رياح ثابتة على كافة المحيطات طالما استغلها رجال البحر فى دفع سفنهم الشراعية قبل دخولهم مناطق



شكل (٣) تكاد تهب الرياح بانتظام فى أحزمة عظمى من حول الأرض

الركود عند خط الاستواء وهى تمتاز بوفرة السكون .

وفى تلك الرسالة يتحدث سليمان عن صفات البحر الطبيعية وأنوائه وظواهره الجوية وحتى أحيائه .

فهذه نافورة الماء ـ شكل (٢) ، تلك الظاهرة الجوية التى تشاهد فى كثير من بحار الأرض ومنها البحر الأبيض المتوسط أثناء الشتاء ، يعرفها العلم كما قدمنا بأنها قمع يتدلى من السحب الممطرة الكثيفة . وعادة يبلغ قطر هذه النافورة نحو ٥٠ متراً . أما ارتفاعها فلا يتعدى فى المتوسط نحو ٣٠٠ متر . وتدور الرياح حولها على هيئة دوامة ، ولهذا السبب فإنها غالباً ما تدلى إلى سطح البحر ثم تمتص ماءه بما فيه من أسماك أو كائنات حية صغيرة ، فتحملها إلى السحاب . وبديهى أن مثل هذه الكائنات لا تلبث إن عاجلا أو آجلا أن تنزل مع المطر المنهمر بعد هدوء العاصفة .

وسر دوران الرياح على هيئة دوامة أو نافورة تقذف بالمواد إلى أعلى هو دوران الأرض حول محورها وتجمع الرياح حول النافورة فى صعيد واحد . وفى وصف هذه الظاهرة الجوية يقول سليمان : « وربما رئى فى هذا البحر سحاب أبيض يظلل المركب فيشرع منه لسان طويل رقيق حتّى يلتصق ذلك اللسان بماء البحر ، فيغلى له ماء البحر فلا أدرى أيستقى السحاب من البحر أم ماذا ؟ » .

وبطبيعة الحال صادف الأقدمون أنواعاً شتّى من أعاصير البحر ونافورات الماء فتاهوا فى وصفها وتبويبها . ولامن هذه الأعاصير ما نطلق عليه اليوم اسم النكباء أو (الهاريكين) ، و (التيفون) . . . والنكباء من أعنف الأعاصير وأشدها تدميراً . ورغم أن قطر عينها لا يزيد عادة على بضعة كيلو مترات ، إلا أن الضغط الجوى داخلها يهبط بمقدار كبير جداً محدثاً أشبه شىء بالفراغ ، فتندفع الرياح بشدة من حول الإعصار لتملأ هذا الفراغ الداخلى ، وتدور بسرعة فائقة حتّى تصل سرعتها إلى ما يربو على ٥٠٠ كيلو متر فى الساعة الواحدة !

وعند عبور النكباء تنتشر على المحيط أمواج هائلة يبلغ ارتفاعها أكثر من عشرة أمتار . وتنحدر هذه الأمواج إلى الشواطئ قبل وصول النكباء بوقت كبير محدثة نوعاً رهيباً من الطوفان لا يفوقه إلا طوفان نوح عليه السلام . وتحدث هذه العواصف أحياناً فى بحر العرب فى الصيف والخريف . أما فى بحر الصين وجزائر الفلبين واليابان فهى تعرف باسم (التيفون) ، وتحدث بمعدل أكبر ، يصل متوسطه إلى نحو ٢٢ مرة فى العام الواحد ؛ أكثرها فى الصيف والخريف . وفى المحيط الهندى

وشرق مدغشقر يكون حدوثها بمتوسط ٧ مرات فى الشتاء والربيع .

واعتبر البحارة العرب تلك الأرجاء من أخبث البحار وأشدها تقلباً ، إذ كثيراً ما تنبثق منها النذر بالإعصار وهبوب الريح الكريه الذى أطلقوا عليه اسم الخب ، وهو أشد أنواع الرياح عنفاً وجبروتاً ، فيستعد رجال البحر لذلك ويعمدون إلى إلقاء المتاع وكل ما ثقل وزنه إلى البحر عند ظهور العاصفة ، وذلك حتى يلقونها خفافاً لا ثقالا ، حتى إذا ما كتبت لهم النجاة راحوا يستبشرون ويهللون حامدين الله تعالى .

ولعل من أروع أوصاف البحر العاصف قوله تعالى : « أو كظلمات فى بحر لجى يغشاه موج من فوقه موج من فوقه سحاب ظلمات بعضها فوق بعض إذا أخرج يده لم يكد يراها ومن لم يجعل الله له نوراً فما له من نور » . وتشير هذه الآية الكريمة إلى تعدد أنواع الموج فى مثل هذه الحالات ، وهى حقيقة علمية لا مراء فيها ، إذ تنطلق من العاصفة أمواج عديدة تتباين أطوالها ، وتختلف فيها ارتفاعات الأوج والحضيض إلى حد كبير . ونحن اليوم نستطيع أن نحلل هذه الأمواج بعد تسجيلها بأجهزتنا عندما تصل إلى الشاطئ قبل وصول العاصفة ، ومن ثم نستطيع أن نرسم صورة مكتملة المعالم لما يحدث فى عرض البحر على بعد مئات الأميال .

ويصف زكريا بن محمد القزوينى الزوبعة فى مطلع كتاب عجائب المخلوقات فيقول : « هى الريح التى تدور على نفسها شبه منارة ، وأكثر تولدها من رياح ترجع من الطبقة الباردة فتصادف سحاباً تذروه الرياح المختلفة فيحدث من دوران الغيم تدوير الرياح فتنزل على تلك الهيأة ،

وربما يكون مسلك صدورها مدوراً فيبقى هبوبها كذلك مدوراً ، كما نشاهد فى الشعر المجعد ، فإن جودته قد تكون لاعوجاج المسام . وربما يكون سبب الزوبعة ريحين مختلفى الهبوب ، فإنهما إذا تلاقيا تمنع أحداهما الأخرى من الهبوب فتحدث بسبب ذلك ريح مستديرة تشبه منارة ، وربما وقعت قطعة من الغيم وسط الزوبعة فتذروها فى الهواء فترى شبه تنين يدور فى الجو» .

والعجيب أن هذا العالم العربى الجليل وصف الزوبعة وعلل أسباب تولدها برأى يتفق إلى حد كبير مع أحدث النظريات ، وهى النظرية المعروفة باسم بركن أو بجركنيس ، وهى تقول إن الزوابع تتولد من تلاقى ريحين تختلف فيهما درجة الحرارة واتجاه الهبوب ، تماماً كما افترض القزوينى ، وسنبين هذا الأمر بقليل من التفصيل كذلك .

وفى كتاب آثار البلاد يصف زكريا بن محمد القزوينى هذا (تنينا) ظهر بنواحى حلب فيقول : « ينساب على الأرض والنار تخرج من فيه ودبره ، والناس يشاهدونه من البعد وقد أقبلت سحابة من البحر وتدلت حتى اشتملت عليه وروحته نحو السماء ، وقد لف التنين ذنبه على كلب ورفعه والكلب ينبح فى الهواء » !! هذا التنين بطبيعة الحال ما هو إلا إحدى نافورات الماء .

وفى مكان آخر من الكتاب يصف (التنين بأنه حيوان هائل له قشر كقشر السمك وجناحان عظيمان ورأس إنسان كأنها التل ! وهكذا لعب الخيال دوره وأضافت التخمينات والخرافات الشىء الكثير إلى مبادئ تلك العلوم التى أسسها العرب ، وأزهرت فى عصر العلم حتى راح

الإنسان يحاول التحكم فى قوى الطبيعة بعد أن فهم سرها .

وحتى فى هذا العصر يعمد بعض رجال قبائل الشعوب البدائية إلى تغطية أجسامهم بريش الطير الصغير (الزغب ليصير مظهرها كالسحب) ، ثم يرقصون ويدورون على أمل أن تتشبه بهم الطبيعة فتكون السحب . وعندما يصيح الرجال أثناء الرقص بأصوات تشبه هدير الرعد لا تلبث الطبيعة (فى رأيهم) أن تصنع بدورها الرعد وعواصفه . أما إذا سكبوا الماء . على بعضهم بعضاً فإن الطبيعة غالباً ما ترسل عليهم وابلا من المطر !

ولعل أول تنبؤ جوى بعيد المدى تم فى العصور القديمة ما جاء فى قصة يوسف عليه السلام خاصاً بالتنبؤ بفيضان النيل لاتقاء غدرة . فلقد ألفت مصر من قديم الزمن أن ترى ينبوع حياتها يتدفق إليها من الجنوب كل صيف ممثلا فى فيضان النيل الذى يجود علينا بمائه الثمين يسرى فى الترع والقنوات كما يسرى الدم فى شرايين الجسم فيمدنا بالحياة ويبعث فينا السرور ، وتنطلق ألسنتنا بشكر الخالق الكريم .

ولقد روى لنا التاريخ قصصاً عن مآسى وأهوال من غدر النيل فى حالتى الشح والطغيان ، ولكننا نحمد الله تعالى على أن مثل تلك الكوارث لن تعود بفضل السد العالى ونظام الرى الحديث . ومضمون قصة يوسف أنه حلت بمصر أيام الفراعنة سبع سنوات رخاء بسبب اكتمال فيضات النيل أعقبهن سبع سنوات من البلاء بسبب قلة الفيضان عانى فيها الناس الأمرين وذاقوا عذاب الجوع والحرمان . ويعبر القرآن الكريم عن ذلك إذ يقول : « وقال الملك إنى أرى سبع بقرات سمان يأكلهن

سبع عجاف . . . » . وفسر يوسف عليه السلام ما رآه الملك فى منامه :
« قال تزرعون سبع سنين دأباً فما حصدتم فذروه فى سنبله إلا قليلا
مما تأكلون ، ثم يأتى من بعد ذلك سبع شداد يأكلن ما قدمتم لهن
إلا قليلا مما تحصنون » . واليوم تعتبر مسألة التنبؤ بفيضان النيل مسألة
علمية هامة ، إلا أنه من اللازم أن يتم قبل حل هذه المسألة الوقوف
على كثير من الحقائق التى تتعلق بالنيل مثل المحيط الذى يمد الهواء ببخار
الماء اللازم للفيضان كل العام والتغيرات التى تطرأ على هذه الأبخرة .

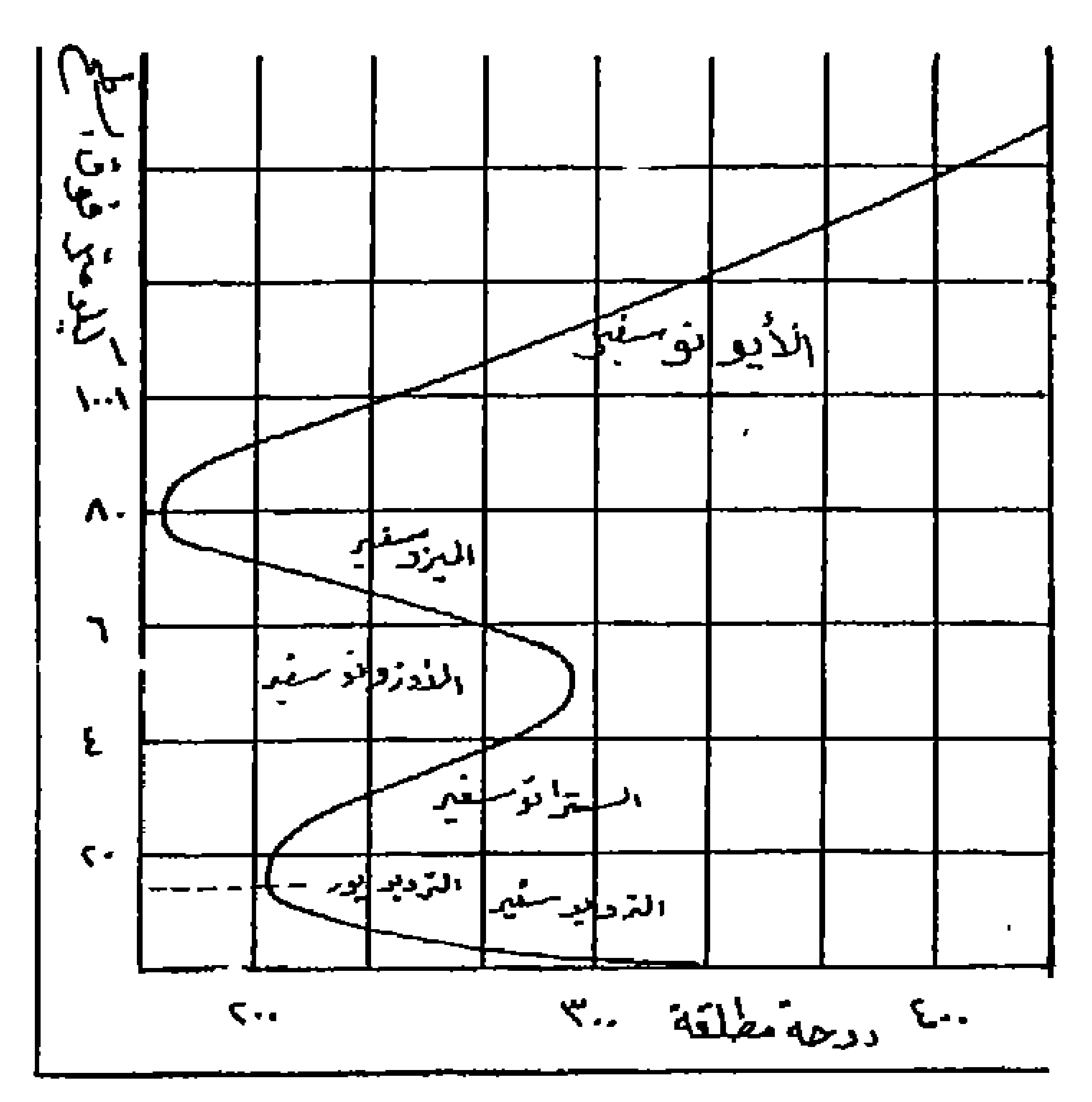
٢ ـ غلاف الأرض الجوى

غلاف الأرض الجوى مجموعة من الغازات التى ليس لها طعم ولا لون ولا رائحة . وتتكون الطبقات السفلى من هذا الغلاف من خليط من غازى الأزوت والأوكسيجين بنسبة ٧٨،٠٧ إلى ٢٠،٩٥ من حيث الحجم على التوالى . ويمتزج معهما عدة غازات بنسبة ضئيلة تكاد لا تتصدى فى مجموعها الواحد فى المائة من حيث الحجم . ومن هذه الغازات ما تتغير كمياتها بتغير الزمان والمكان على الأرض مثل بخار الماء ، ومنها ما هو ثابت النسبة على النحو الموضح فى الجدول التالى :

غازات ثابتة النسبة	غازات متغيرة النسبة
أزوت	بخار الماء
أوكسيجين	ثانى أوكسيد الكربون
أرجون	أوزون
كربتون	
إيدروجين	
زينون	
هيليوم	

وينقسم الغلاف الهوائى كله بحسب طبيعة توزيع درجات الحرارة فيه إلى طبقات متراصة بعضها فوق بعض . والذى يلعب الدور الرئيسى

فى تباين توزيع درجات الحرارة فى هذه الطبقات ـــ شكل (٤)



شكل (٤) التوزيع الرأسى لدرجات الحرارة فى جو الأرض

هو ما يحدث من تفاوت فى امتصاص الأشعة فوق البنفسجية التى ترسلها الشمس ، إذ تتحول هذه الأشعة بعد امتصاصها بغاز الأوزون أو الأوكسيجين الذرى* الموجود فى المالى الجو إلى طاقة حرارية عظيمة الأثر. أما فى الطبقات السطحية فإن الذى يقوم بعمليات الامتصاص ، خصوصاً من طاقات الحرارة التى ترسلها الشمس ويرسلها سطح الأرض بالإشعاع ،

* يتكون جزىء الأوكسيجين العادى من ذرتين ، فإذا ما تحلل تحت وطأة الإشعاع الشمسى إلى جزئين ، كل جزء منهما عبارة عن ذرة قائمة بنفسها سمى أوكسيجيناً ذرياً .

هو بخار الماء وغاز ثانى أوكسيد الكربون . وقديماً كان هذا الغاز الأخير منتشراً فى جو الأرض بكثرة ، ولكن ما أن ظهرت مملكة النبات على الأرض حتى عملت على استخلاص الأوكسيجين وتوفيره فى جوها ، بينما ترسب الكربون على هيئة الفحم الحجرى المعروف وكذلك البترول . وهكذا استعدت الأرض لاستقبال مملكة الحيوان التى يعيش أفرادها على حساب الأوكسيجين الجوى : تستنشقه ثم تخرجه فى صورة غاز ثانى أوكسيد الكربون مع هواء الزفير ، ثم تعمل مملكة النبات على استخلاص الكربون من هذا الغاز وإطلاق الأوكسجيين من جديد ، وهكذ تعترى هذ الغاز سلسلة من التغير الدورى ، إلا أننا فى هذا القرن رحنا نحرق ما ترسب من مكونات الكربون (مثل الفحم الحجرى والبترول) بوفرة وغزارة جعلت العلماء يتساءلون عن مدى تأثير هذه العمليات التى يقوم بها البشر على جو الأرض فى المستقبل القريب على النحو الذى ستتحدث عنه فيما بعد .

ولقد كانت معظم معلوماتنا عن الغلاف الجوى حتى عهد قريب إنما تجمع عن طريق دراسة الطبقة السفلى المعروفة باسم التربو سفير (أو كرة التغير) بالبالونات أو الطائرات التى قلما تصل إلى علو يزيد على عشرين ميلا . ثم طبقة الأوزونو سفير أو منطقة تجمع الأوزون التى تكون الجزء السفلى بين طبقة الستراتو سفير (أو الكرة ذات الطبقات) باستخدام جهاز دوبسون ، أما اليوم فهى تدرس بالصواريخ كذلك .

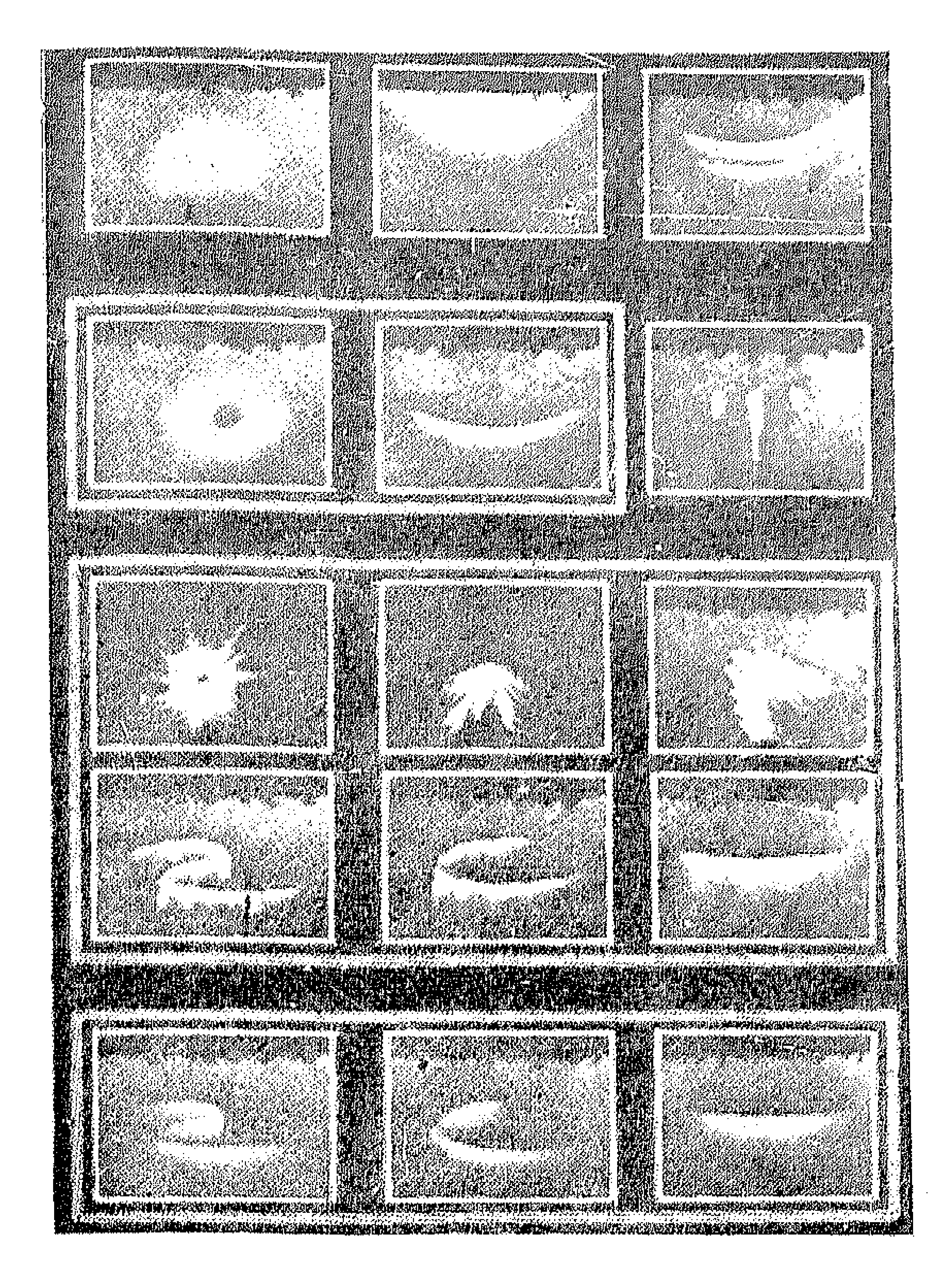
والمعروف أنه تتركز نحو ٩٨ فى المائة من كتلة الغلاف الجوى كله فى طبقتى التروبوسفير والستراتوسفير ، أما الباقى وقدره نحو ٢ فى المائة

فقط فيتركز فى الطبقة العليا المتأينة (أى المحلله إلى عناصرها الكهربية) المعروفة باسم الأيونوسفير والتى يتواجد فيها الأوكسيجين الذرى . وكانت معالم هذه الطبقة تجمع باستخدام مسجل التأين الذى يحدد عملياً درجات تركيز الكهارب فى مختلف مناطق الأيونوسفير . وتتكاثر هذه الكهارب فى طبقات معينة تعرف علمياً باسم طبقات هفيسيد، وهى التى تعكس أمواج اللاسلكى بعد انطلاقها من محطات الإذاعة وتردها إلى مراكز الاستقبال . كل ذلك بالإضافة إلى تحليل طيف أو أضواء الفجر القطبى . وهو ظاهرة ضوئية تحدث فى أعالى الجو الممتد من ١٠٠ إلى ١٠٠٠ كيلومتر . ويطلق عليه الفرنجة اسم (الأورورا) وهو لا يشاهد عادة إلا بالقرب من القطبين ــ شكل (٥) . ويعرض الفجر القطبى ألواناً من الحسن والبهاء الرائع للسماء . وتعتبر رؤيته لأول مرة من أنواع الخبرة المثيرة التى لا تنسى بسهولة ، حتى لقد ذهب بعضهم خطأً إلى وصفه بأنه يحكى (ليلة القدر) !! ، ذلك لأنه يبدو كالستائر المضيئة التى تتدلى من السماء .

ولقد أثبت تحليل طيف الأورورا على أن جو الأرض العلوى إنما يتكون أيضاً من غازى الأزوت والأوكسيجين ، ولا أثر للغازات الخفيفة هناك مثل غازى الأيدروجين والهيليوم .

ويبلغ ارتفاع التروبوسفير نحو عشرة أميال عند خط الاستواء ، وخمسة أميال فقط عند القطبين . ويحد هذه الطبقة من أعلى سطح وهمى هو التروبوبوز .

وتحدث كافة التقلبات الجوية فى منطقة التروبوسفير ، وفيها تثار



شكل (٥) الفجر القطبى أو (الأورورا)

السحب وينزل المطر . ومن خصائصها أن درجة الحرارة فيها تنخفض بازدياد الارتفاع بمعدل متوسطه نحو ٦,٥ درجة مئوية لكل ألف متر . وعلة ذلك أن مصدر الحرارة فى الطبقات السطحية من الغلاف الهوائى

هو سطح الأرض . بما يكتسب من إشعاعات شمسية وما ينتشر فيه من أبخرة المياه . ولقد قدر أن نحواً من ٣٠ فى المائة من الإشعاع الشمسى الذى يرد إلى سطح الأرض يستخدم فى عمليات البخر من الأسطح المائية . وتعود هذه الطاقة الكامنة كلها إلى الجوعندما يتم تكاثف بخار الماء وتحوله إلى سحب أو مطر .

وترتفع درجة الحرارة فوق طبقة التروبوسفير نظراً لما يمتصه غاز الأوزون من الأشعة فوق البنفسجية التى ترسلها الشمس .

وكما قدمنا يمتص الأوكسيجين الذرى من الطاقة البنفسجية قدراً وفيراً فى مجموعة متراصة من الأمواج الممتصة يمتد أطوالها من ١٧و٠ ميكرون إلى ٢ و. ميكرون ، وتعرف باسم حزمة شومان . وتتحول الطاقة فوق البنفسجية بعد امتصاصها إلى طاقة حرارية .

وفى أعقاب الحرب العالمية الثانية تم اكتشاف تيارات هوائية عليا تتدفق بسرعة كبيرة داخل أحزمة معينة ، وأطلق عليها اسم (التيارات العليا النفاثة) . وأهم هذه التيارات تياران دافقان يكونان إطارين حول الأرض وينساب الهواء فيهما بسرعة تتراوح بين ١٠٠ و ١٥٠ ميلا فى الساعة الواحدة ، على علو يقارب ارتفاع التروبوبور ، أحدهما فى المنطقة المعتدلة الشمالية ، والثانى فى الجنوبية . وحديثاً جداً تم التعرف كذلك على التيار النفاث الاستوائى الذى يتدفق من الشرق إلى الغرب ، ويلعب دوراً هاماً فى الأمطار الموسمية ، ومنها أمطار السودان والحبشة التى ينجم عنها فيضان النيل . وتساهم كلية العلوم بجامعة القاهرة بقسط فى هذه البحوث .

وحديثاً أطلق على الجزء السفلى من الأيونوسفير اسم الميزوسفير (أو الكرة الوسطى) . وفى هذه الطبقة لا تكفى كثافة الأوكسيجين لتكوين الأوزون . ويسمى السطح الذى تصل إليه درجة الحرارة أقل ما يمكن فى أعالى الميزوسفير باسم « الميزوبوز » وفى الميزوسفير وحدها تتركز أغلب كتلة الهواء العلوى الموجود فى الأيونوسفير . وتتضمن طبقة الستراتوسفير أو الطخرورية كلا من الأوزونوسفير والميزوسفير .

أما مشارف الهواء العلوى فهى تنقسم إلى منطقتين هما الثيرموسفير أو كرة الحرارة بسبب الارتفاع المستمر فى درجة الحرارة مع الارتفاع حتى تزيد على الألف نتيجة لامتصاص جانب وفير من أشعة الشمس فوق البنفسجية بواسطة الأوكسيجين الذرى . وتحد هذه الطبقة من أعلى بالثيرمو يوز : وفوق الثيرمويوز منطقة من الغلاف الجوى تنخفض فيها الكثافة إلى الحد الذى يحول دون توهج الشهب * ، إلا أنها رغم ذلك تستطيع حمل الفجر القطبى . هذه المنطقة هى الأكسوسفير أو الكرة الخارجية .

وليست هناك حدود عليا معينة للاكسوسفير ، إلا أننا نستطيع أن نقول بأنها تنتهى حيث تتعادل الكثافة مع كثافة الفراغ الكونى ، وهى نحو ١٠٠ جسيم لكل سنتيمتر مكعب من الفراغ مثلا .

وفى الفضاء الكونى المحيط بالأرض تنتشر مع مجال الأرض المغناطيسى طبقه يقال لها الماجينيتو سفير ، وقوامها أو أساس تركيبها حزامان

---

* سبب توهج الشهب هو الحارة الناجمة عن الاحتكاك مع الغلاف الهوائى السميك نسبياً والممتد فوق نحو ١٠٠ كيلومتر .

معروفان باسم حزاما (فان آلين) للأشعة الكونية . والعجيب أنه لا يوجد لقمر الأرض مثل هذه الأحزمة كما دلت على ذلك أرصاد سفن الفضاء التى أطلقها البشر فى هذا العصر ، وسوف نفصل هذه الموضوعات كلها .

وأنت قد تتساءل متعجباً : كيف تستطيع الصواريخ وسفن الفضاء المرور عبر منطقة الثيرموسفير والأكسوسفير إذا كانت درجات الحرارة فيها تبلغ الآلاف دون أن تحترق ؟

والجواب على ذلك فى غاية البساطة ، وهو أن العبرة فى هذه الحالة بكمية الحرارة* وليس بدرجة الحرارة وحدها . فالجسيمات الموجودة هناك لها طاقات حرارية عظمى كجسيمات منفردة . أى أن درجات حرارتها مرتفعة ، إلا أنه لا يوجد من هذه الجسيمات سوى عدد قليل جداً ، بحيث يمكن إهمال طاقاتها الكلية أو كمية الحرارة الكلية المدخرة فيها .

وبطبيعة الحال نجد أن لدرجات الحرارة الكبرى فى جو الأرض الخارجى تأثيراتها المباشرة على الجسيمات التى تكون ذلك الجو ، إذ تنقسم جزئيات الأوكسيجين والأزوت تحت وطأة تأثير تلك الدرجات المرتفعة من الحرارة ، وتتحلل إلى ذرات منفصلة .

ويدرس العلماء مسألة ما إذا كانت الطائرات النفاثة تستطيع الاستفادة من هذه الذرات الحرة الطليقة من أجل الملاحة الجوية فى طبقة الأكسوسفير ، وذلك لأنه إذا ما أمكن جمع القدر الكافى منها وضغطها

---

* تعبير يدخل فيه كتلة المادة الساخنة ولا يقتصر على درجة حرارتها فحسب .

معاً فإن الطاقة الناجمة من اتحادها لتكون جزئيات مادية من جديد تكون أعلى بكثير من الطاقة المنطلقة من استخدام الوقود العادى الذى يستعمل فيه الأكسيجين أو الأوزون . وزيادة على ذلك نجد أن إمدادات الطاقة سوف لا تنفد ، نظراً لأن الذرات بمجرد إتحادها تنطلق إلى الخارج من المؤخرة ، حيث تعمل الطاقة الشمسية فى الحال على انقسامها إلى ذرات من جديد .

٣ — يوجد فى الهواء ماء

ليس منا من لم يتساءل : من أين يجىء المطر ؟ وكما قدمنا حير هذا السؤال الناس منذ القدم ،وفى العصور القديمة ذهبت بعض الشعوب فى ذلك مذاهب مختلفة منها أن الماء إنما يوجد فى أعالى السماء . ولكن كيف يمكن أن يظل عالقاً هناك ؟ كانت الإجابة بطبيعة الحال أن هذا سر من أسرار إله المطر ، فإن الماء ينساب من نوافذ فى القبة الزرقاء عندما يفتح الإله هذه النوافذ !

وأبصر الأقدمون المطر يتساقط ويجرى فى الجداول والروافد التى تصب فى الأنهار ، كما أبصروا الأنهار تصب بدورها فى البحار ، ولكنهم لم يعرفوا مصدر مياه السحب ، ولهذا بدا لفريق كبير منهم أنه بمضى الوقت سوف يتجمع كل الماء داخل الأنهار والمحيطات وينضب معين السحب وينعدم المطر . ومثل هؤلاء فاتهم أن الماء الموجود على الأرض يتبخر جزء منه كل يوم ويصعد إلى عنان السماء ، ونحن نعبر عن ذلك أن الماء يجف . وتتضمن هذه العملية تحول الماء إلى غاز غير مرئى تحمله الرياح إلى أعلى كما تسوقه إلى أماكن نائية . وبطبيعة الحال لم يدرك الأقدمون هذه الحقائق كلها لعدم إمكانهم رؤية الغاز كما قلنا .

وفى الحقيقة تحتوى طبقات الجو السفلى على بخار الماء — خصوصاً طبقة التروبوسفير — وقد تصل نسبة بخار الماء العالق فى هذه الطبقات

إلى خمسة فى المائة من حيث الحجم ، إلا أن المعتاد أن تقل النسبة عن ذلك كثيراً . واللفظ الذى نعبر به عادة عن كمية بخار الماء هذه هو كلمة (رطوبة) .

والسر الذى يرتفع به الماء إلى السماء أن كثافة البخار أقل من كثافة الهواء الجاف (النسبة بينهما هى ٥ إلى ٨ على التوالى) . وهذا هو السبب فى أنه عندما يغلى الماء فى براد الشاى ويتسرب البخار منه بوفرة وغزارة مكوناً سحابة صغيرة فى المطبخ ، لا تلبث أن تختفى هذه السحابة سريعاً وهى فى طريقها إلى السقف ، فإن البخار الكثيف يتحول تدريجياً إلى غاز غير مرئى هو بخار الماء العادى العالق فى الهواء .

وفى الحقيقة ليس من اللازم أن نعمد إلى تسخين الماء على النار لكى نحوله إلى غاز ، فالماء يتحول على الدوام إلى بخار حتى ولو لم يسخن . ومعنى ذلك أن جزيئات تتصاعد دائماً إلى الهواء من الأسطح المائية . فأنت إذا ما تركت بعض الماء معرضاً للهواء فى إناء ما خلال فترة من الزمن نجد أن الماء يجف تدريجياً . وبنفس الطريقة تجف . الملابس المبتلة بالماء عندما ننشرها فوق الحبال . وفى كل هذه الحالات يصعد الماء فى الجو على هيئة غاز لا نراه .

ونحن نطلق على هذه العملية اسم البخر . ويحدث البخر كما قلنا من كافة الأسطح المائية ومن الأرض المبتلة بالماء والنبات وأجسام الحيوانات . . . ويستمر صعود الغاز الذى لا نراه إلى عنان السماء . وبطبيعة الحال كلما اتسعت رقعة السطح الذى يحدث منه البخر كلما عظمت كميات المياه المتبخرة . ومما يزيد من عمليات البخر وينشطها

الرياح وزيادة سرعتها ، فهى تعمل باستمرار على إزاحة الأبخرة ليحل محلها هواء جاف لا يلبث أن يتشبع بأبخرة المياه ليحل محله هواء آخر وهكذا . . .

وعندما يتم تبريد الهواء الرطب بطريقة من طرق التبريد * إلى حد معين يعود بعض البخار من جديد إلى صورته المرئية ، وعندئذ نقول إنه قد تكاثف . ومن صور التكاثف الشابورة المائية والضباب والسحب بأنواعها والندى والصقيع والمطر والثلج والبرد . وهكذا نرى أن الماء من عجائب الطبيعة . لتعدد الصور التى يمكن أن يوجد عليها سواء كانت غازية أو سائلة أو صلبة .

وعادة لا تظل مقادير الماء العالق فى الهواء ثابتة النسبة ، بل هى دائبة التغير : ومصدر هذه الأبخرة الرئيسى فى طبقات الجو السفلى عمليات البخر التى تحدث فى المحيطات والبحار نظراً لاتساع رقعتها وتعرضها المباشر للرياح وتياراتها . ويحمل جزء كبير من هذه الأبخرة إلى الطبقات العليا الباردة حيث يتم تكاثفها وتحولها إلى سحب ومطر وثلج . . . ونحن نستطيع أن نقول إن معظم أبخرة المياه إنما توجد داخل السحب وبين طيات طبقات الجو السفلى المتقلبة .

وبعد أن عرف الناس الدورة المائية وكشفوا سرها بقيت مسألة السحب وإثارتها غير مفهومة تماماً : ما هو السر فى أنها تظل تسبح فى جو الأرض

---

* هناك عدة طرق للتبريد فى الجو منها الإشعاع والتوصيل والمزج أى مزج هواء ساخن بآخر بارد ثم التبريد الذاتى ومعناه أن الهواء عند ما يتمدد بتقليل الضغط ينتشر ويبرد ذاتياً والعكس صحيح .

على الرغم من أن هواء السحب يكون عادة أبرد من الهواء المحيط بها * ؟ وكذلك لماذا لا تهوى مكونات السحب من نقط الماء وبلورات الثلج دفعة واحدة إلى الأرض ؟

وفى بادئ الأمر كانت هنالك عدة عقبات للوصول إلى حل سليم . وإلى عهد قريب لا يتعدى القرن ونصف القرن حاول العلماء تعليل بقاء السحب عالقة فى جو الأرض بأن افترضوا أن نقط الماء إنما توجد على هيئة فقاقيع مليئة بغاز خفيف مثل غاز الأيدروجين يمكنها من مقاومة جذب الأرض لها فتظل طافية . وجدير بالذكر . أنه فى تلك الآونة لم تكن أسباب تولد الأعاصير وهطول المطر والبرد قد عرفت بعد ، بل ظلت لغزاً من الألغاز التى يحار العقل فى فهمها . والحق يقال لقد مضت على تلك الفترة عشرات السنين قبل أن يصل البشر إلى حل سليم لمثل هذه المسائل ، وكان لزاماً أن تتم دراسة بخار الماء العالق فى الجو على الوجه الأكمل ، وكذلك رصد مكونات السحب وتتبع العمليات التى تجرى داخلها .

ولكى تعرف ماالذى تمخضت عنه هذه الدراسات نقول إن العلماء وقفوا على سر ظاهرة هامة فحواها أن جو الأرض لا يمكن أن يحمل كميات غير محدودة من بخار الماء ، وأن فى مقدوره أن يحمل فقط كمية معينة لا سبيل إلى زيادتها ما دامت درجة الحرارة ثابتة . والذى يحدث عادة أن كمية عظيمة من بخار الماء يمكن أن يستوعبها الجو وتظل عالقة فيه ، مع احتفاظه بنقائه وصفائه وشفافيته ، إلا أنه تأتى المرحله التى

---

* الهواء البارد أثقل من الهواء الساخن أى أكبر منه كثافة ولذلك فهو لا بد أن يتساقط إلى أسفل ، وهذا هو عين ما يحدث .

عندها لا يمكن إضافة كميات أكثر من بخار الماء إلى الهواء . وتسمى هذه المرحلة بمرحلة التشبع . ويمكن الحصول عليها إما باستمرار عمليات البخر أو بتبريد الهواء . فالهواء إذا ما برد قلت قابليته لحمل بخار الماء . وتسمى درجة الحرارة التى يحدث عندها التشبع باسم نقطة الندى .

ومعنى ذلك أن مرحلة التشبع هى مرحلة متغيرة ؛ بمعنى أن سعة حمل الهواء لبخار الماء إنما تختلف باختلاف طبيعة الهواء السائد ، وهى تتوقف إلى حد كبير على درجة الحرارة ، وكذلك إلى حد أقل على ما يحتمل الهواء من شوائب قوامها ما تذروه الرياح من أملاح البحار وأكاسيد القشرة الأرضية وأتربتها . وكما قلنا كلما ارتفعت درجة الحرارة . زادت قدرة الهواء على حمل بخار الماء .

والآن ما الذى يحدث عندما يتشبع الهواء بانخفاض درجة حرارته ؟

إن الذى يحدث فعلا هو أن يتحول بعض بخار الماء من الحالة الغازية إلى حالة السيولة (نقط ماء) أو حتى إلى الحالة الصلبة (بلورات ثلج) إذا كانت درجة الحرارة منخفضة انخفاضاً كافياً تحت درجة الصفر المئوى التى هى نقطة الجليد أو درجة تحول الماء السائل إلى ثلج عادة . وهذا هو عين ما يحدث عندما نعمد إلى فتح باب الثلاجة الكهربائية (فريجيدير) ، لأن الهواء الدافئ الخارجى يتدفق إلى داخلها ويلامس أنابيبها وصندوقها البارد فتنخفض درجة حرارته إلى ما هو أقل من درجة التشبع ، وبذلك يتكاثف بعض بخار مائه إلى بلورات من الثلج تتجمع فوق الأنابيب وعلى صندوق التجمد . ونحن عندما نعرض كوباً من الماء البارد (المثلج) للهواء العادى فى الصيف نجد أن سطح الكوب الخارجى

يكسى بطبقة رقيقة من الماء . وبديهى أن مصدر هذا الماء ليس مما فى الكوب وإنما مصدره هو بخار الماء العالق فى الجو. فعندما يلامس الهواء الجوى سطح الكوب تنخفض درجة حرارته تحت درجة التشبع ، وبذلك يتم تكاثف جزء من أبخرته على هيئة نقط صغيرة تكسو سطح الكوب الخارجى . وباستمرار عملية التبريد يمكن أن تسيل هذه النقط وتتجمع على هيئة بقعة كبيرة من الماء السائل أسفل الكوب .

وما يجرى فى الطبيعة لا يختلف عن ذلك كثيراً ، ونحن نطلق على صورة التكاثف الذى يتم بالتبريد أثناء الليل إسم الندى : وكثيراً ما يذكر فى أحاديثنا ما يشير إلى تساقط الندى ، إلا أن الحقيقة هى أن الندى لا يتساقط وإنما يتكون حيث نجده على الأجسام الصلبة الصغيرة على سطح الأرض مثل الحشائش والأزهار وأوراق الشجر والأجزاء البارزة من المبانى والمنشآت . . . فهذه كلها تبرد بالإشعاع * أثناء اليل ، ويبرد الهواء الملامس لها حتى تهبط درجة حرارته تحت نقطة الندى . أما إذا كانت درجة الحرارة تحت نقطة التجمد (الصفر المئوى) فإن بخار الماء العالق فى الهواء يتكاثف جزء منه مباشرة على هيئة بلورات من الثلج هى الصقيع . وللصقيع تأثيرات ضارة على النبات خاصة .

ولعل أكثر مناطق جمهوريتنا استعداداً لظهور الصقيع المناطق الصحراوية المنخفضة نسبياً فى شبه جزيرة سيناء، والمناطق المنخفضة

---

* المعروف أن أى جسم مادى يفقد حرارته أو يطلقها تلقائياً إلى الهواء أو الفضاء المعرض له ، فإن لم يكتسب حرارة من الخارج كما يحدث أثناء النهار ، فإنه يبرد وهو عين ما يحدث فى الليل .

فعلا فى « الغرب » مثل منخفض القطارة ، وذلك لأن الانخفاض النسبى فى مستوى سطح الأرض يجعل من المنطقة أشبه شىء بالمستنقع الجوى الذى تتراكم فيه الأهوية الباردة فى ليالى الشتاء . أما فى الوادى نفسه فيمكن التعرف على مناطق ثلاثة هى أكثر الجهات تعرضاً لظهور الصقيع عندما تنخفض درجة الحرارة الصغرى أثناء الليل إلى أقل من ٣ درجات مئوية . هذه المناطق هى : منطقة المنيا وحدودها الشمالية هى الفشن والجنوبية ملوى . ومنطقة القرشيه وميت غمر وتشمل طنطا وسخا والسنبلاولين وقويسنا . ثم بعض مناطق الوادى الجديد .

وترجع النظريات المختلفة ضرر الصقيع على النبات إلى ضغط بلورات الثلج على جدران الخلايا الحية ، أو إلى سحب المياه من داخل هذه الخلايا . وتشاهد مثل هذه الظاهرة عندما تتجمد المواد التى نضعها داخل صندوق التجمد فى الثلاجة الكهربائية .

بقى بعد ذلك أن نعرف تماماً ما هى السحب . وللإجابة على ذلك نقول أن السحب عباره عن تجمعات هائلة من نقط الماء السائل أو بلورات الثلج ، أو منهما معاً . وتبلغ وحدات هذه المكونات من الصغر الدرجة التى تجعل من المستحيل أن نرص ألف واحدة منها فى صف واحد يبلغ طوله نحو سنتيمترين . ولهذا فإن الهواء الصاعد داخل السحابة يمكنه أن يحمل هذه المكونات بحيث تظل عالقة فى الجو رغم جذب الأرض لها . وهكذا يتبين لنا أن مكونات السحب تتساقط إلى الأرض بسرعات صغيرة تتوقف على حجومها — كما هو مبين فى الجدول أدناه — ولكنها تطفو تحت تأثير تيارات الهواء الصاعد الذى يكون

السحابة . وإذا ما زادت حجوم هذه المكونات إلى الحد الذى لا يقوى معه الهواء الصاعد على حملها تتساقط فى الحال على هيئة مطر أو ثلج أو برد . والبرد غير الثلج لأن الأول انما يتم تكوينه كاملا داخل السحب الركامية ويهطل منها إلى الأرض فى المناطق الحارة والمعتدلة ، أما الثلج فهو لا يهطل إلا فى المناطق الباردة عندما تنخفض درجة الحرارة إلى ما دون الصفر .

نصف القطر بالسنتيمتر	سرعة التساقط سم ، ثانية	نصف القطر بالسنتمتر	سرعة التساقط سم ، ثانية
٠,٠٠٠٥	٠,٣	٠,٠٢	١٨٠
٠,٠٠١	٣.٠	,١	٤٠٠
٠,٠٠٥	٣٢	,٢٢٥	٥٠٠
,٠١	١٣٦	,٢٧٠	٨٠٠

ويلاحظ من الجدول أن أكبر نصف قطر يمكن أن تصله نقطة ماء المطر . هو ٢٧و٠ سنتيمترا ، فإذا ما تمت النقط بعد ذلك فإنها تنقسم فى الحال إلى عدد وفير من النقط الصغيرة التى تنمو فى الحجم تدريجياً باستمرار عمليات التكاثف عليها . وهكذا يمكن أن تشحن السحب بمقادير وفيرة من نقط الماء عندما تشتد التيارات الهوائية الصاعدة وتقوى على حمل النقط النامية . وعندما تضعف هذه التيارات ينهمر المطر بغزارة . ويطلق على مثل هذه الظاهرة عادة اسم « الانفجار السحابى » لوفرة ما يعطى من مطر خلال فترة وجيزة من الزمان .

وليس من الصعب أن تصنع أنت سحابة ! فكل الذى عليك أن تعمله هو أن تعمد إلى إخراج كمية مناسبة من هواء الزفير فى يوم عظيم البرودة لترى سحابة صغيرة قد تكونت فى الهواء . وهناك طريقة أخرى فحواها أن تترك البخار يتصاعد بشدة من غلاية بها ماء يغلى ، لترى أمامك سحابة صغيرة .

ومن أنواع السحب التى تكونها الطبيعة قرب سطح الأرض الضباب بأنواعه ، وليس منا من لم يتواجد داخل الضباب ، فهو كثيراً ما ينتشر فى الصباح المبكر ويشكل خطراً على المواصلات. وسبب تكوينه برودة سطح الأرض والهواء الملامس له بالإشعاع الحرارى أثناء الليل إلى ما دون نقطة الندى مع توفر الرياح الكافية لتقليب الهواء بحيث يتكون الضباب بدلا من الندى ، لأن هذا الأخير يتكون عندما تسكن الرياح وتنخفض درجة الحرارة تحت نقطة الندى .

ومن الضباب ما يتكون بالقرب من الأسطح المائية المتسعة عندما تكون هذه الأسطح أسخن من اليابس ، فعندما ينساب الهواء الرطب إلى الأرض تنخفض درجة حرارة طبقاتهالسطحية بملامستها للأرض الباردة نسبياً ، ويعقب ذلك أن يتكاثف بعض بخار الماء العالق فيها على هيئة ضباب .

ولكن السحب البيضاء التى ترى فى السماء كالوبرالمنفوش فى يوم من أيام الشتاء عندنا أنما يتم تكوينها بطريقة أخرى ، فهى عادة تبدأ كهواء رطب بارد يرتفع إلى أعلى نتيجة التسخين أثناء النهار مثلا . وعندما يصعد الهواء يزداد حجمه ويقل الضغط الواقع عليه وينجم عن ذلك

تبريده ذاتياً (أى منه فيه) على حساب طاقته الداخلية المودعة فيه ، وإذا ما هبطت درجة الحرارة تحت درجة التشبع تكاثف بعض بخار الماء العالق فيه إلى نقط من الماء ثم إلى بلورات من الثلج فى الطبقات العليا . وهذه هى السحب الركامية . وغالباً تكون نقط الماء وبلورات الثلج المتكونة صغيرة الحجم بحيث لا تقوى على التثاقل إلى أسفل والتساقط على هيئة مطر ، فتبقى عالقة فى الهواء ويحملها تيار الهواء الصاعد . وفى الغالب لا يسقط المطر إلا فى حالتين : الأولى إذا ما اتحدت النقط مع بعضها ونمت حجومها ، والثانية إذا ما تساقط الثلج الذى فى أعلى السحابة إلى منطقة النقط المائية ، فإن هذه العملية تتضمن أحداث حالة من فوق * التشبع ينجم عنها نمو المكونات الثلجية نمواً سريعاً بحيث تزداد حجومها وتتساقط إلى أسفل. و بطبيعة الحال يذوب معظمها ويتحول إلى ماء سائل قبل وصولها إلى الأرض . وسوف نعود إلى ذكر هذه التفاصيل عند الكلام عن المطر الصناعى .

وفى واقع الأمر نجد أن للسحب أنواعاً تكاد لا تعد ولا تحصر ، فكما أنه لا تتشابه وجوه البشر ورؤوس الحيوانات والجبال والجزر والطيور والخضر ، فكذلك لا سبيل لتشابه سحابة بأخرى ، هذا بالإضافة إلى أن شكل أى سحابة فى تغير مستمر ، ومع ذلك فقد عمد العلماء إلى تقسيمها تبعاً لارتفاعها عن سطح الأرض إلى سحب منخفضة ومتوسطة الارتفاع وعاليه . ويتضمن كل قسم من هذه الأقسام أنواعاً شتى من

---

* يعنى أن البخار العالق فى الهواء يكون أكثر مما يلزم ويتم تكاثف جزء منه لتحدث حالة التشبع العادية .

السحب حسب طبيعة تكوينها أو تركيبها الرأسى .

والاسم العلمى للسحب العالية هو (السيرس) وقد سماها العرب السمحاق . أما الاسم العلمى للسحب التى تتراكم طبقاتها بعضها فوق بعض فهو (الكيوميولس)، وهو المعروف عندنا باسم السحاب الركامى وهذه هى السحب الممطرة التى تلازم خطوط الهبوب والعواصف . ويشير إليها القرآن الكريم فى عدة مواضع منها مثلا : « ألم تر أن الله يزجى سحاباً ثم يؤلف بينه ثم يجعله ركاماً فترى الودق يخرج من خلاله وينزل من السماء من جبال فيها من برد فيصيب به من يشاء ويصرفه عن من يشاء يكاد سنا برقه يذهب بالأبصار » — سورة النور — .

وعادة يظهر من السحب الركامية أكثر من خلية أو وحدة ، ثم يتم التآلف بين كل خليتين أو أكثر لتظهر السحابة الركامية النامية تماماً كما تذكر الآية الكريمة . ومن هذه السحب دون سواها ينزل البرد، لأنه يتكون داخلها ويسمح امتدادها فى الاتجاه الرأسى بهذا التكوين الفريد .

والسمحاق سحاب عال لايقل ارتفاعه فوق سطح الأرض عن أربعة أميال عادة، ونظراً لانخفاض درجة حرارة الهواء على تلك الارتفاعات انخفاضاً كبيراً فإن مكونات هذه السحب من بلورات الثلج . وأحياناً يطلق على هذه السحب اسم « ذيل الفرس » لشبه بينها وبين ذيل الفرس الأبيض . ويظهر سحاب السمحاق غالباً فى مقدمة الأعاصير وقبل حلول موجات الحر ، وخصوصاً فى مقدمة التقلبات الخماسينية فى فصل الربيع وأوائل فصل الصيف عندنا .

أما السحب الركامية فهى تتواجد على ارتفاعات أقل من ذلك بكثير رغم أن قممها قد تمتد رأسياً إلى علو عشرة أميال . وتأخذ هذه السحب فى بادئ أمر نكوينها شكل قباب القطن ذات القواعد المسطحة . ويحدد هذه القواعد مستوى التكاثف بطبيعة الحال . وعندما تنمو كل سحابة تشمخ إلى عنان السماء . وفى العادة يستمر نمو هذه السحب فى الاتجاه الرأسى حتى تكاد تمتلىء بها السماء . وإذا ما عمدت الى النظر إليها خلال الفجوات التى تفصلها بعضها عن بعض أمكنك أن ترى قممها الناصعة البياض وهى لا تزال تنمو رأسياً ، وقد يتساقط منها المطر على هيئة رخات . وما الفجوات التى تفصل بين السحاب الركامى سوى مناطق هبوط الهواء ، أما السحب نفسها فهى مناطق الصعود . وهذه قد يهتم بها الطيار ، خصوصاً إذا كانت التيارات الرأسية شديدة كما يحدث عندنا أحياناً فوق المناطق الشمالية وطورسيناء عندما تهب على البلاد موجه باردة ممطرة مقبلة عبر شرق البحر المتوسط .

وإذاً فإن السحب الركامية قد تصاحب الجو العاصف ، رغم أنها كثيراً ما تتكون فى حالات الطقس غير المضطرب . وأحياناً يؤدى نموها إلى تكوين العواصف ، خصوصاً عواصف الرعد . وعندما تكون السحب العاصفة هذه بعيدة عنا بعداً كافياً يسمح بالنظر إليها من أحد جوانبها فى مثل هذه المرحلة نستطيع بسهولة أن نصف شكل قممها بما يشبه السندان ، وتكون هذه القمم قد وصلت إلى مناطق التجمد فى حين ينهمر المطر الغزير على هيئة رخات شديدة تهطل بين قواعدها المظلمة لوفرة ما يتراكم فيها من نقط الماء النامية . هذا وقد يكون هذا

المطر مصحوباً بالبرد كذلك .

وقديماً تصور الإغريق فيما تصوروا أن الرعد يحدث عندما يطرق الإله زيوس السندان بمطرقته وقد تملكه الغضب ، أما البرق فهو الشرر المتطاير من عظم التصادم ! وحتى عهد قريب كان الناس يتصورون أن الرعد ينتج عن احتكاك السحب ببعضها البعض ، وذلك بصفة مباشرة أو بصفة غير مباشرة فحواها شحن السحب بالكهربائية عندما تنساب بجوار بعضها ، تماماً كما نحصل على شحنة كهربائية عندما ندلك قضيباً من الزجاج بقطعة من الحرير ، إلا أن التجارب المعملية أثبتت خطأ ذلك كله وأظهرت أن الشحنة الكهربائية تنتج عن تكوين الجسيمات الثلجية ونموها سريعاً ومنها البرد بالذات .

وتسبق السحب الركامية متوسطة الارتفاع هبوب الهواء البارد ، وخاصة فى الطبقات العليا ولهذا فإنه عندما يشتد الحر فى يوم من أيام الخماسين القاسية تستطيع أن تتبين بنفسك قرب انتهاء موجة الحر عندما ترى السحب الركامية المتوسطة قد انتشرت فى بعض أرجاء السماء . ونصيحتى لك أن تعمد بنفسك إلى استخدام هذه القاعدة ، ولكى نزيدك علماً نقول إن هذه السحب تبدو على شكل كتل كروية تعطى ظلا إذا كانت سميكة ، كما تظهر فى صفوف متراصة أو على شكل متموج يمكن التعرف عليه بسهولة .

وجدير بالذكر أن قصة التكاثف كما سقناها لا تعطينا الصورة كاملة ، إذ يدخل فى تكوين السحب والضباب كذلك عامل آخر هام هو جسيمات سائلة أو صلبة صغيرة تنتشر فى الجو وتسمى نويات

التكاثف . فمجرد خفض درجة الحرارة فى هواء رطب نقى تماماً من الشوائب لا يكفى فى حد ذاته لحدوث التكاثف ، ولا بد من توفر عامل آخر هو تواجد ما يعمل على تماسك أو تجمع جزيئات بخار الماء العالقة فى الهواء مع بعضها البعض لتكون نقط الماء أو بلورات الثلج . ويلزم لتكوين أصغر نقطة من الماء نحو ١٠٠ جزىء على الأقل . وليس من السهل تراكم مثل هذا العدد مع بقائه متماسكاً على نطاق واسع ما لم توجد الظروف الملائمة وهى انتشار نويات التكاثف فى الجو . وهذه النويات هى غالباً أجسام قابلة للذوبان فى الماء أو هى تمتصه كما هو الحال مع مسحوق ملح الطعام أو كلورور الكلسيوم أو الأحماض . . .

والواقع أنه تنتشر فى الجو ، خصوصاً الطبقات السفلى منه ، كميات وفيرة من الجسيمات الصغيرة ، وهى أشبه ما تكون بالذرات التى نراها تسبح فى حزمة من أشعة الشمس داخل غرفة مقفلة . ومصدر هذه الجسيمات هو ما تذروه الرياح من غبار الأرض وأتربها ، وما يتطاير من أملاح البحار مع رذاذ الأمواج ، وما تقذف به البراكين إلى الجو من أكاسيد وأحماض وأتربة ، وما ينجم عن احتراق الشهب فى أعالى جو الأرض . وكثيراً ما تسبح هذه الشهب فى الفضاء على هيئة أسراب أو أكداس متلاحقة ، وما إن تدخل الأرض فى سرب منها حتى تهوى الشهب فى الجو بلا هوادة مكونة أنواعاً من الأكاسيد هى أجود أنواع نويات التكاثف . وبطبيعة الحال تترسب هذه الأكاسيد كلها إلى جو الأرض السفلى بفعل الجاذبية . ولهذا السبب بالذات يذهب بعض العلماء إلى التكهن بأن السنين المطيرة التى تعم فيها الفيضايات ويهطل المطر

بلا هوادة هى تلك التى تتأتى فى أعقاب دخول الأرض فى سرب سميك من أسراب الشهب السابحة فى الفضاء .

هذا ومن الجائز أن تكون بعض نوى التكاثف من حبوب اللقاح أو البكتيريا أو الحب الدقيق جداً ، وقد يتكون بعضها بفعل البرق أو دخان المصانع أو الانفجارات الذرية . وفى هذه الحالة الأخيرة يكون المطر محملا بإشعاعات ذرية فتاكه لا تبقى ولا تذر إذا ما تواجدت بنسبة عالية . ومن هنا جاء تحريم التجارب الذرية .

ولعلنا نتبين من ذلك أن تلوث الهواء بمثل هذه الشوائب إنما يتوفر داخل المدن وفى المناطق الصناعية ويقل فى الأرياف . فى المدن التى يكثر فيها الدخان ــ مثل لندن ــ قد تصل درجة تركيز هذه الجسيمات حدود ١٠٠ ألف جسيم لكل سنتيمتر مربع واحد من الهواء ! أما فى حالات عواصف الرمال المألوفة فى المناطق الصحراوية من أفريقيا وجزيرة العرب مثلا فقلما تصل درجة التركيز إلى هذه الحدود كذلك، إلا أنها تكون عادة أقل بكثير . ويلاحظ أيضاً أن رمال الصحارى وأتربتها لا تمتص الماء ولا تصلح فى الغالب لأن تكون نوى تكاثف مثالية .

وفى أعقاب النشاط البركانى يمتلىء جو الأرض بكثير من هذه الشوائب . ففى عام ١٨٨٣ مثلا عندما نسفت البراكين جزيرة كراكاتوا التى كانت تقع فى جنوبى شرق آسيا، وصل رمادها إلى علو ٢٥ كيلومتراً ، كما امتد أفقياً فى صورة سحابة سوداء طولها ٢٥٠ كيلومترا . ولقد ظلت الرياح تحمل سحباً رقيقة بنية اللون من رماد كراكاتوا هذه وتنقلها إلى شتى أرجاء الأرض خلال شهور عديدة أعقبت ذلك التاريخ .

٤ ـ العواصف

ليست كل العواصف ضارة كعواصف الرمال ، بل إن منها المفيد كعواصف الرعد . والوعد أكثر العواصف تواجداً على الأرض ، إذ يحدث منه نحو ٤٤ ألف عاصفة كل يوم فى المتوسط . وهو شائع ومألوف فى المناطق الرطبة الحارة ، ويكاد ينعدم فى المناطق القطبية .

وليس عجيباً أن نجد البرق والرعد والصواعق هى أكثر ما يلفت أنظار الناس من بين ظواهر الجو الطبيعية ، فقديماً خاف الناس منها ولا شك . وكما قلنا ذهب الإغريق فيما ذهبوا إليه أن كبير الآلهة الغاضب كان يقذف بالصواعق التى يصهرها له الحداد الأعرج فالكان » ، أما اليوم فكل شخص يعرف أن البرق ما هو إلا شرارة كهربية هائلة ناجمة عن التفريغ الكهربائى بين شحنات السحب التى يتكون فيها الثلج وعلى الأخص حبات البرد ، أما الرعد فهو الدوى الذى يصحب تمدد الهواء الفجائى عندما ترتفع درجة حرارته بمرور البرق فيه ثم صدى هذا الدوى من السحب والمرتفعات التى على سطح الأرض . وإذا ما حدث التفريع بين السحابة والأرض سميت الظاهرة صاعقة . وإذا ما أصيب شخص بمس من صاعقة وجبت المبادرة لإجراء التنفس الصناعى له لمدة لا تقل عن ساعة ، فكثيراً ما تفيد هذه العملية . وهناك مانعة الصواعق وهى عبارة عن شاخص من النحاس طرفه العلوى مدبب أو مسنن يثبت على قمم المبانى ويتصل من أسفل بسلك معدنى غليظ ينتهى بلوح من

المعدن مدفون فى باطن الأرض الرطبة لكى يكون ممراً طليقاً تسرى خلاله الشحنات الكهربية إلى باطن الأرض أولا بأول فلا تصيب الصواعق المناطق المجاورة .

وفى العادة تتمخض عاصفة الرعد الواحدة عن عدة آلاف عملية من عمليات التفريغ الكهربى (البرق) . وقد يصل طول الشرارة الواحدة . نحو كيلومترين عندما يتم التفريغ بين السحب والأرض . وعواصف الرعد هى التى تمدنا بالمطر الذى هو مصدر المياه العذبة على الأرض ، كما أن للبرق بعض المزايات منها أن شرارته تحول غازات الجو الذى حوله إلى غازات النوشادر وأكسيد النيتروجين . وقد تذوب النوشادر فى ماء المطر الذى يغذى الأرض . وكذلك تتحول أكاسيد النيتروجين بالماء إلى حامض النيتريك ، وهذا يكون مع مواد الأرض نترات طبيعية أو سماد لا غنى عنه للتربة الزراعية .

وبطبيعة الحال لا يمكن رؤية البرق وسماع الرعد فى لحظة واحدة ، وذلك لأن ضوء البرق ينتقل بسرعة تزيد على سرعة انتقال صوت الرعد بنحو مائة ضعف ، ولهذا السبب يصلناوميض البرق أولا . ويمكن حساب بعد العاصفة عنا بقياس عدد الثوانى التى تمضى بين لحظتى رؤية البرق وسماع الرعد . ولما كان الصوت يستغرق فى قطع الميل الواحد نحو خمس ثوان ، فإننا نجد أنه إذا كانت المدة التى تمضى بين رؤية البرق وسماع الرعد هى ١٥ ثانية تكون العاصفة على بعد نحو ثلاثة أميال منا .

أما الإعصار فهو من العواصف المدمرة التى تألفها بعض مناطق الأرض ، وهو يقبل كما تقبل نافورة الماء سواء بسواء ، إذ يرى

الناس سحابة سميكة مظلمة تقترب من بعد . وعندما تصير غير بعيد يرى الناس قمعاً يتدلى من السحاب إلى الأرض على هيئة خرطوم الفيل الذى يتلوى متنقلا من هنا إلى هناك ، وكأن هذا الخرطوم يرتفع تارة وينخفض تارة أخرى ، وحيثما يلاقى سطح الأرض يكتسح معه كل شيء وسط جلبة وضوضاء لا نظير لهما – راجع شكل (٢) .

وعندما يبصر الناس هذا المنظر لا يفكرون إلا فى شيء واحد ألا وهو النجاة ، والنجاة فقط غير مبالين بملك أو متاع . وعندما يسير القمع إلى اليمين أو إلى اليسار فإن الإعصار (التورنادو) غالباً ما يمر فى سلام ، أما اذا بدت التورنادو لاتتحرك فإن معنى ذلك أنها مقبلة لا محالة ، أو أنها تبتعد عنهم . وفى ولاية تكساس وبعض المناطق الأخرى من الولايات المتحدة الأمريكية التى تجتاحها هذه الأعاصير يشيد القوم المخابئ التى يعرف كل مخبأ منها باسم (قبوالإعصار) بالقرب من المساكن الريفية ، وهم يمكثون فيها حتى يمر الإعصار . وفى العادة لا يستغرق مروره مدة طويلة ، فهو يتحرك بسرعة تتراوح بين ٣٠ ، ٦٠ كيلو مترا فى الساعة ، مما يعمل على البت فى أمر مروره على أى مكان ما خلال فترة لا تعدو نصف الدقيقة ، إلا أنه خلال هذه الفترة يكون قد أحدث تلفاً مريعاً . فنى وسع (التتورنادو) أن تحصد كل ما تمسه من المنشآت والمبانى وتسويه بسطح الأرض إلا بطبيعة الحال المساكن المسلحة الحديثة المتينة الأساس.

ومن الناس من يطلقون على (التورنادو) اسم البارم ، وذلك لأن الرياح تدور من حوله وتلف بصوت يصم الآذان وسرعة تزيد على ٥٠٠ ميل فى الساعة فى بعض الأحيان ، وكأنما الهواء يسرع متدفقاً إلى المركز

الذى تجتاحه تيارات صاعدة تصل سرعتها إلى ما يربو على ٢٠٠ ميل فى الساعة الواحدة !

وفى العادة يقضى القمع على كل ما يمسه ، وفى الواقع لا يقتصر التلف على ما تطيح به الرياح العاصفة مما يعترض سبيلها ، ولكن الضغط الجوى داخل القمع يكون منخفضاً جداً بالنسبة إلى ما جاوزه ، بحيث تنفجر البيوت والمخازن والصوامع وتتناثر أجزاؤها ومحتوياتها بمجرد مرور القمع بها ، تماماً كما تنفجر البالونات عندما تصعد إلى عنان السماء. والذى يحدث عادة فى مثل هذه الأحوال هو أن تندفع منبثقة إلى الخارج جدران المبانى وأسقفها عندما يصير الضغط الجوى داخلها أكبر بكثير من الضغط داخل الأعصار أثناء مروره بها أو حفيفه لها . وفى نفس الوقت تعمل تيارات الهواء الصاعد فى قلب الإعصار على التقاط كل ما يصادفها من الأجسام وحملها إلى أعلى حتى الثقيل منها ، كالسيارات والناس والخيل والماشية ، وقد تهبط بهم بعد ذلك عندما تهدأ التيارات الصاعدة ولم يمسسهم ضرر! أليس ذلك من عجائب الأرض والسماء ؟!

والسر فى تكوين الأعاصير هو إلتقاء تيارين من الهواء تختلف خواصهما الطبيعية تماماً : فبينما يهب أحدهما من الجنوب مثلا محملا بالحرارة وأبخرة المياه ، إذا بالآخر يقبل من الشمال وقد تميز بالبرودة والجفاف. وتتولد الطاقة اللازمة لنشاط الإعصار عن الفروق العظيمة بين خواص التيارين ، وكذلك عن عواطف الرعد والبرق التى تلازم المطر الغزير فى الهواء الرطب عندما يزاح إلى أعلى فى شدة وعنف . وتبدأ الدوامة عملها على بعد من سطح الأرض وحيث تتكون السحب ، ومن ثم تدور

الرياح ويشتد دورانها حول المركز الذى يتولد حتى تصل درجة تفوق حدود الوصف والخيال .

وجدير بالذكر أن مسار هذا الإعصار لا يزيد عرضه على ألف قدم فى المتوسط ، وقلما يزيد طوله على ٢٥ ميلا ، مما يجعل التلف محدودا ، ويحول دون حدوثه على نطاق واسع . أما أعاصير المناطق الاستوائية فهى أشد دماراً وأعمق أثراً ، ولذلك يطلقون » عليها اسم (النكباء) ، إلا أنها أقل جلبة وضوضاء . وهى تغطى مساحات واسعة قد تزيد على عشرة آلاف كيلو متر مربع ، وبدلا من أن يستغرق مرورها نحو نصف دقيقة كما قلنا نجدها تمكث فى المكان الواحد نحو يوم كامل قبل أن تغادره إلى مكان آخر . ومثل هذه العواصف وصفها البحارة العرب عندما اعترضت سبيلهم فى بحار آسيا وأفريقيا وجزرهما .

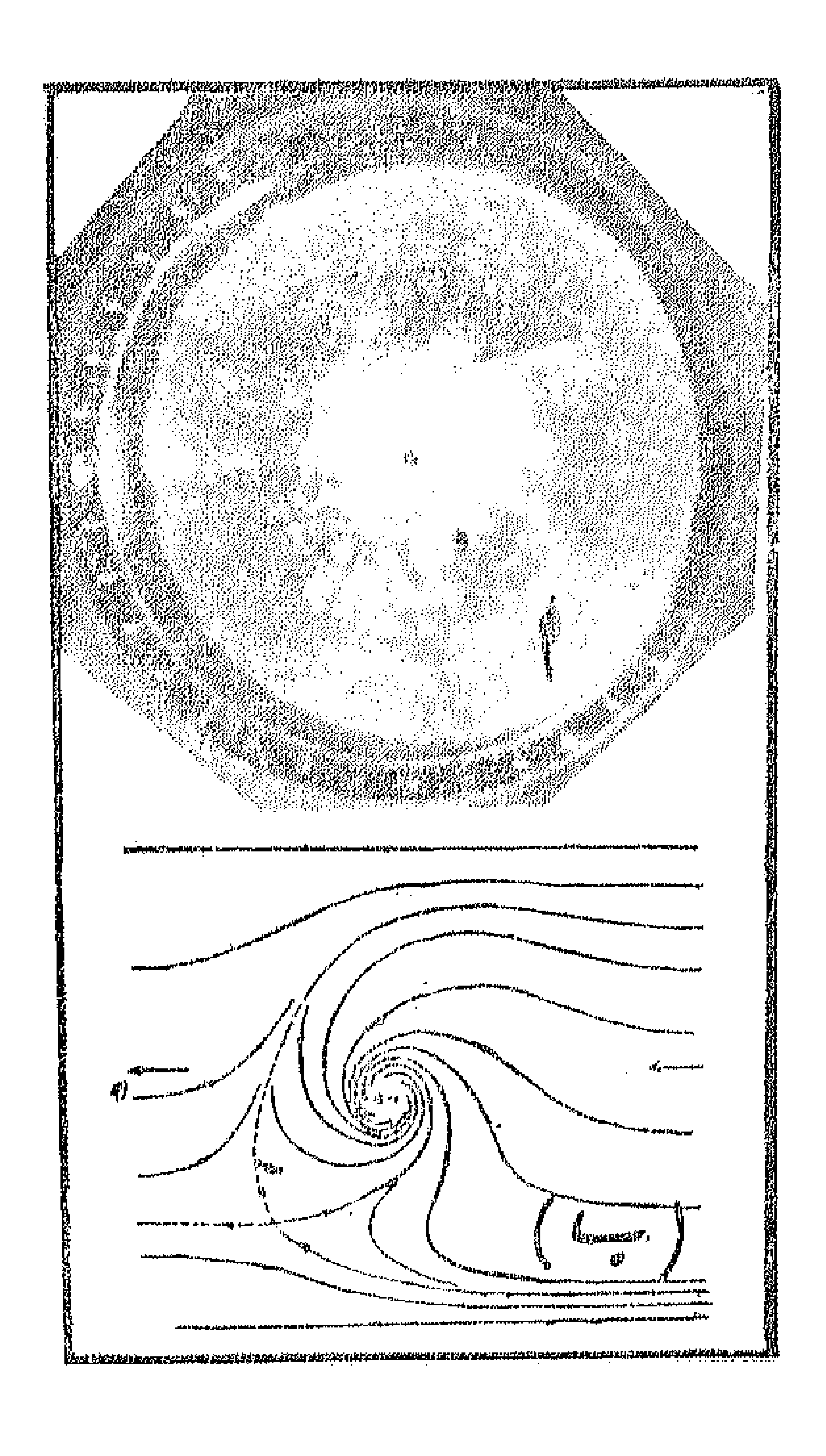
وعادة تتولد الأعاصير الاستوائية على المحيط القريب من خط الاستواء ، وتدور الرياح حول » المركز تماماً كما تدور حول مركز التورنادو ، مع عدم توفر التيارات الصاعدة التى تنشأ فى مركز التورنادو ، ولذلك يسود مركز الأعاصير الاستوائية الهدوء ويعم السلام ، وتعرف هذه المنطقة باسم عين الإعصار ، وعلى القرب منه تهب رياح عاتيه جبارة قد تصل سرعتها ٢٥٠ كيلومترا فى الساعة الواحدة ، وقد تصحب هذه الرياح أنواء تزيد فيها السرعة على ٤٠٠ كيلومترا فى الساعة .

وعندما تعبر سفينة مركز الإعصار الهادئ أو عين الإعصار يمكن سماع أصوات الرياح الصاخبة من حولها بكل وضوح . وعادة تصفو

السماء إلى حد ما فى المركز ، فإذا ما كانت الدنيا نهاراً نفذت أشعة الشمس وظهرت أطراف السحب فى الأفق واضحة جلية ، أما فى الليل فإنه يمكن رؤية النجوم .

ومن حسن الحظ أن الأعاصير الاستوائية قلما تسير فوق اليابس ، فهى عندما تقبل إلى الأرض تحدث تلفاً بالغاً جداً ، إذ تهدم البيوت وتطيح بالأشجار من جذورها . ومن عجيب أمر هذه الأعاصير أن أغلب ما تزهق من أرواح يرجع إلى أمواج البحر العظيمة التى تنساب كجدار ضخم من الماء تدفعه أمامها الرياح العاصفة وتسوقه إلى مناطق السواحل المنخفضة على حين غرة . ومن أمثلة ذلك أمواج البحر التى باغتت إحدى مدن كوبا عام ١٩٣٢ وأغرقت ٢٥٠٠ شخص ، وموجة خليج البنغال التى قضت على ٢٥ ألف شخص ، ثم موجة نفس هذا الخليج التى أزهقت ٣٠٠ ألف شخص . أليس هذا هو الطوفان ؟!

ومهما يكن شىء فإنه لا توجد على الأرض عاصفة تحمل الإنسان على الشعور بضالته وقلة حيلته مثل العاصفة الاستوائية ، وبديهى أن من صادفها لن ينساها طول حياته . وفى هذا العصر الذى استخدم فيه الإنسان الطاقة الذرية والنووية وأطلق الصواريخ لتصل إلى أعالى الجو نجده يعقد بعض الأمل للسيطرة على خط سير التورنادو ، إلا أن الأمل ضعيف فى السيطرة على الأعاصير الاستوائية ويبين شكل (٦) صورة فوتوغرافية أخذت بالرادار لعاصفة من هذا النوع . ويرى مركز الإعصار والسحب المتجمعة من حوله ، علماً بأن العلامات المبينة فى الشكل من حول الإعصار تمثل كل مسافة منها ٥٠ كيلو مترا . أما شكل (٦ب)



شكل (٦) ا ، ب

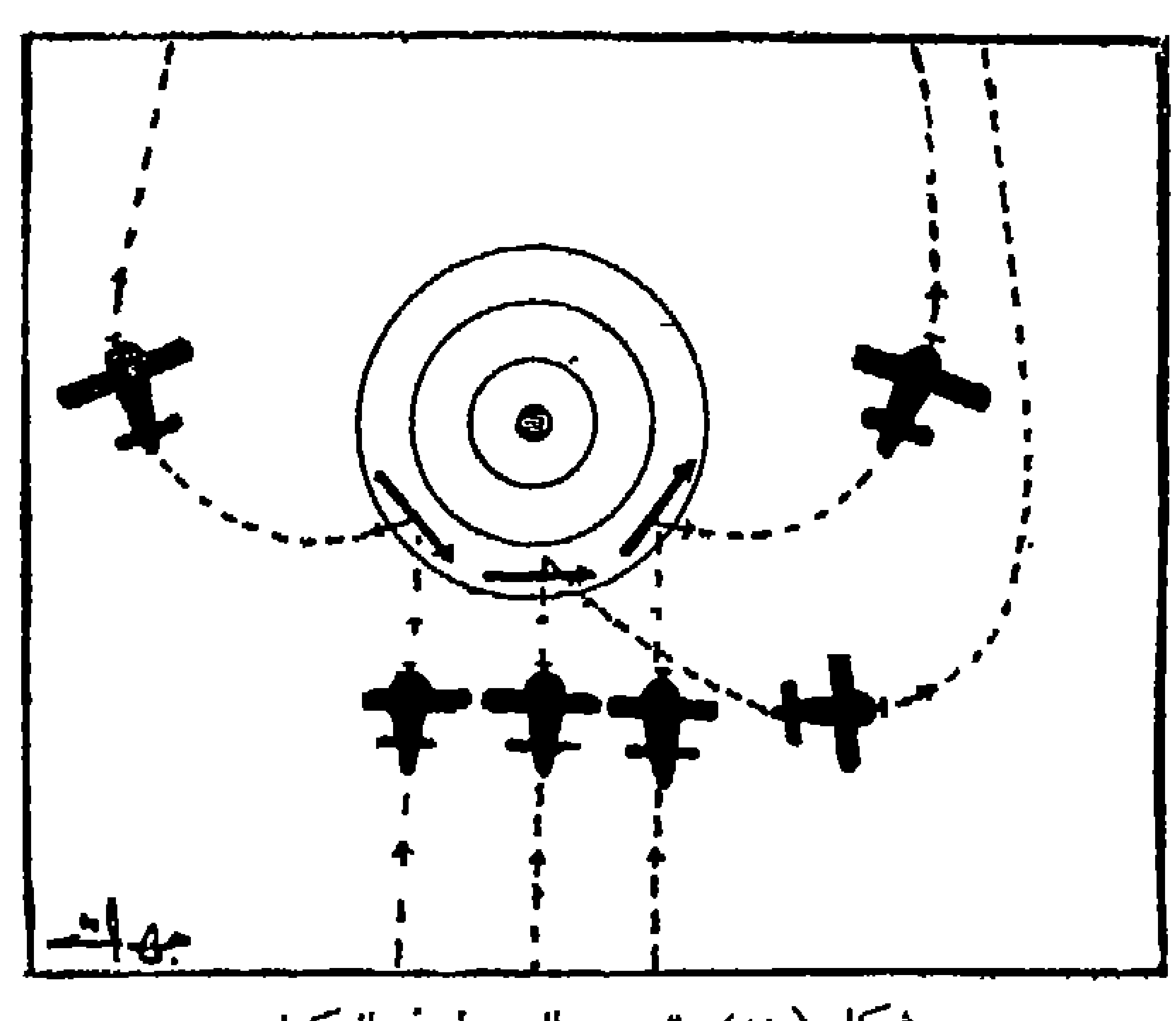
الإعصار الاستوائى

(النكباء)

فهو يبين خطوط انسياب الهواء حول الإعصار .

ومجمل القول أن الطاقات التى تصاحب الإعصار الاستوائى تبلغ من الكبر والضخامة ما يجبر الإنسان على التخاذل أمامها وعدم التفكير فى السيطرة عليها حتى ولو كحلم من الأحلام التى يتصور فيها استخدام مئات القنابل الذرية بل والآلاف منها ! فمثل هذه القوى فوق مستوى البشر اليوم ، وستظل هكذا إلى الأبد . وما علينا إلا أن نكتفى بعمليات

الرصد والتتبع وعمل التنبؤات والإنذارت ونبين كيف نتجنب الدخول فى أعصار كدنا نقع فى قبضته ـ شكل (٧) .



شكل (٧) تجنب الدخول فى النكباء

أما عواصف الرمال ، فهى من ظواهر الطبيعة فى المناطق الصحراوية ، والسبب للرئيسى فى تكوينها هو ازدياد سرعة الرياح فوق حد معين يعرف علمياً باسم « الرياح الحرجة » . فكلما ارتفعت سرعة الرياح على المناطق الصحراوية كلما قلت قدرة الأتربة والرمال الدقيقة على الاحتفاظ بأوضاعها على سطح الأرض ، حتى إذا وصلت سرعة الريح إلى السرعة الحرجة تطايرت بعض هذه الجسيمات مندفعة إلى الهواء لتسير معه ، وكلما زادت سرعة الريح بعد ذلك تطايرت الرمال بكميات أكبر ، كما تزداد حجومها حتى تصل الريح إلى درجة العاصفة

فيكون الجو قد امتلأ بالأتربة المختلفة الحجوم والصفات .

وتتوقف السرعة الحرجة على حجوم حبات الرمال السائدة وعلى طبيعتها ، ولهذا نجد لكل منطقة سرعتها الحرجة الخاصة بها . وقد تتغير هذه السرعة إذا ما تغيرت حجوم الحبيبات بسبب السيول كما يحدث فى الوديان المنخفضة ، وهى ظاهرة شائعة فى سهول السودان عقب أمطار الصيف أذ تجلب السيول معها الوفير من الحبيبات الدقيقة ذات الألوان المختلفة . فإذا ما جفت هذه الحبيبات أصبحت سهلة التطاير والتناثر بفعل الرياح الشديدة ، وهذا هو منشأ هبوب السودان المعروف عندما تقبل العاصفة الترابية على هيئة جدار سميك يحجب أشعة الشمس. وقد لوحظ فى الخرطوم مثلا أن الترسبات التى تجلبها السيول تؤثر تأثيراً ظاهراً على شدة الهبوب ونوع الجسيمات العالقة فى الهواء العاصف .

وهناك عوامل تؤثر على الرياح الحرجة هى من صنع الإنسان . ومن أمثلة ذلك ما حدث مثلا فى برج العرب قرب الإسكندرية بين عامى ١٩٤١ و ١٩٤٥ عندما نشطت فى تلك المنطقة أعمال الوحدات الميكانيكية الحربية التى تمخضت عنها موقعة العلمين المعروفة . ويبين الجدول المعطى كيف أثر صغر حجم حبيبات الرمال الصحراوية التى طحنتها الوحدات الميكانيكية الحربية فى تلك المنطقة أثناء إعداد العدة لموقعة العلمين على السرعة الحرجة وأدى إلى تناقص متوسط السرعة اللازمة لتولد العواصف الرملية ، وكيف أن مدى الرؤية (وهو مقياس شفافية الهواء) تأثر بهذا العامل فى العامين ١٩٤١ و ١٩٤٢ ثم تحسن بعد ذلك عموماً بانتهاء العمليات الحربية .

السنة	مدى الرؤية من ٢٠٠ إلى ٧٠٠ متر	متوسط سرعة الرياح سنتيمتر فى الثانية	مدى الرؤية من ٧٠١ إلى ١٥٠٠ متر	متوسط سرعة الرياح سنتيمتر فى الثانية
١٩٤١	٣١	٧٢٠	صفر	—
١٩٤٢	٢٦	٨١٠	صفر	—
١٩٤٣	٠٤	١٢٦٠	صفر	—
١٩٤٤	١٦	١٢١٠	٢٠	٧٤٠
١٩٤٥	٠٢	١٥٧٠	٣	١١٢٠

وتتولد عواصف الرمال عادة نتيجة لازيادياد سرعة الرياح مع توفر التيارات الرأسية أو حركة الهواء التى لا ينساب فيها فى اتجاه أفقى فقط ولكن تكون الحركة غير انسيابية . وإذا ما اشتدت الحركة الرأسية تحدث أعنف حالات عواصف الرمال ، ومن أمثلتها هبوب السودان ، إذ تسبب عواصف الرعد تبريد الهواء ، فتتكون كتلة هوائية باردة تعمل على إزاحة الهواء الساخنة بعنف إلى أعلى ويكون الحد الفاصل بين الكتلتين هو خط الهبوب * .

وعلى أية حال فإنه يمكن تقسيم عواصف الرمال إلى نوعين :

١ — عواصف الاستقرار الجوى ، وهى التى تحدث من غير أن

* الهواء الساخن الجاف إذا ما أضيف إليه الماء حدثت عمليات البخر على نطاق واسع ، ويمتص الماء الحرارة اللازمة لتبخيره من الهواء ، فيبرد هذا الأخير سريعاً . ولهذا السبب فإن عواصف الرعد التى تعطى مطراً غزيراً هى من أهم العوامل التى تولد الهواء البارد فى المناطق الاستوائية .

تتوفر فى الجو تيارات رأسية عنيفة ومن أمثلة ذلك بعض العواصف المحلية التى تتولد فوق الصحارى عندما تسود الانقلابات الحرارية فى الصيف على أبعاد قريبة من سطح الأرض . والمقصود بالانقلاب الحرارى أن درجة الحرارة بعد مسافة معينة (نحو ٢٠٠ — ١٠٠٠ متر) تزداد بازدياد الارتفاع بدلا من أن تتناقص كما هو معهود فى طبقة التروبو سفير راجع شكل (٤) ومن عجيب أمر الانقلاب الحرارى أنه يعمل كغطاء !

وكما تعمل هذه الإنقلابات الحرارية على منع تسرب أبخرة المياه إلى طبقات الجو العليا فهى كذلك تعمل على عدم تسرب الأتربة من الطبقات السطحية إلى أعالى الجو ، وبذلك تحتفظ طبقات الجو السفلى بما يضاف إليها من أتربة الصحارى ورمالها ولا توزع خلال طبقات سميكة فتبدو متربة إلى حد كبير ويزيد هذه الظاهرة وضوحاً ازدياد سرعة الرياح فوق السرعة الحرجة على المناطق الصحراوية . ولهذه الدراسة أهميتها فى أعمال تخطيط المدن والمنشآت ، خصوصاً ما يتعلق منها بالصحة والصناعة .

وكثيراً ما تتلوث الطبقة السطحية بحيث تهبط الرؤية فيها الى أقل من ألف متر من غير أن تتعدى سرعة الريح ٢٥ كيلو متراً فى الساعة . المتفق عليه دولياً من أجل سلامة الطيران أنه إذا ما انخفضت الرؤية لى أقل من ألف متر سميت الحالة عاصفة رمليه ، مع توفر السرعة الكافة للرياح بطبيعة الحال .

ومن هذه العواصف أيضاً ما تثيره تيارات الهواء القارى الحار التى تهب حول الانخفاضات الجوية الصحراوية فى فصل الربيع . وتأتى هذه

التيارات من قلب الصحارى وتجمع أثناء سيرها الوفير من الرمال والأتربة. وتتوقف درجات تركيز هذه الرمال فى مثل هذه التيارات على سرعة الرياح التى قد تصل أحياناً إلى ٧٠ كيلومترا فى الساعة .

وتنقل عواصف الرمال ملايين الأطنان من الغبار إلى أوربا عبر البحر المتوسط كل عام . وقد تصل أحياناً إلى بحر البلطيق والجزائر البريطانية شمالا . وكثيراً ما تترسب هذه الأتربة مع المطر فتلوثه وتكسبه لون الرمال الأصفر . ويروى لنا التاريخ كثيراً من مآسى هذه العواصف وأهوالها . فمثلا لما أراد قمبيز ملك الفرس فتح سيوه (وكانت عامرة بالحضارة فى ذلك الحين) ثارت رياح الخماسين وعواصفها الرملية عليه وعلى جيشه أياماً متوالية وهم فى قلب الصحراء الغربية فأهلكتهم عن بكرة أبيهم .

٢ ـــ عواصف حالات عدم الاستقرار الجوى . ومن أهم أنواع هذه العواصف وأعمها ما تثيره الجبهات الباردة عند مرورها فوق الصحارى من أتربة ورمال ـــ راجع شكل (١٥) ـــ . ومعنى عدم الاستقرار الجوى نشاط التيارات الرأسية .

ولقد أجريت عدة قياسات لدرجات تركيز وحجوم الحبيبات العالقة فى الأجواء المتربة المختلفة لأول مرة فى جمهوريتنا بمعرفة المؤلف ، وذلك باستخدام أجهزة خاصة . وقد قسمت هذه الأجواء إلى أنوع ثلاثة هى :

١ ـــ الشابورة الترابية (الرياح ساكنة أو خفيفة ومدى الرؤية أكبر من ١٠٠٠ متر)، أى يمكن أن ترى الأشياء بوضوح على مسافات أكبر من ألف متر . وفيها متوسط قطر الحبيبة العالقة نصف ميكرون ودرجة التركيز من ١٥٠ إلى ٢٠٠ حبيبة لكل سنتيمتر مكعب من

الهواء ، علماً بأن الميكرون هو جزء من عشرة آلاف جزء من السنتيمتر الواحد . وتسبق الشابورة عادة اليوم الحار ، أى أنها غالباً من الصفات الطبيعية التى تلازم هواء الصحارى المترب .

٢ ـ الرمال المثارة (مدى الرؤية فوق ١٠٠٠ متر إلا أن الرياح شديدة) . وفيها يبلغ متوسط قطر الحبيبة ١,٣ ميكرون ، كما تبلغ درجة التركيز من ٢٥٠ إلى ٣٠٠ حبيبة لكل سنتيمتر مكعب من الهواء فى المتوسط .

٣ ـ عاصفة ترابية (مدى الرؤية أقل من ألف متر) . وفيها يصل متوسط قطر الحبيبه إلى ٣ ميكرون ، كما تصل درجة التركيز إلى ٥٠٠ حبيبة لكل سنتيمتر مكعب من الهواء الجوى . وتزداد هذه النسبة كثيراً جداً كلما اشتدت العاصفة حتى تبلغ درجة التركيز عشرات آلاف الجسيمات فى بعض الحالات كما هو الحال فى هبوب السودان .

ومن اللازم أن يتم تحديد الاتجاهات التى يقبل منها الهواء المترب فى كل مدينة ، وأن تقام على مشارف المدينة المواجهة لهذه الاتجاهات مرشحات الهواء السطحى التقليدية التى قوامها صفوف متراصة من الأشجار العالية ، مع الحد من الأسباب التى تؤدى إلى طحن رمال الصحارى المحلية التى تقبل منها أغلب الرياح المتربة ، لكى تظل قيمة الرياح الحرجة المحلية عالية قدر المستطاع ، وذلك بتنظيم المواصلات على شبكة من الطرق المرصوفة ، والعمل على تجميع مياه السيول بواسطة قنوات وسدود منظمة حتى لا توجد فرصة لتراكم المساحيق بفعل المياه الجارفة ، هذا بالإضافة إلى استعمال محاليل تثبيت الرمال السطحية على مساحات

واسعة من الصحارى بالقرب من الأماكن السكنية .

وبطبيعة الحال ينساب الهواء المترب على طول الطرق المفتوحة التى تجرى فى اتجاه هبوبه ، ثم يترسب الغبار الجوى بوفرة عندما تقل سرعة الهواء الحامل له داخل القرى والمدن . ولهذا السبب نجد أن أغلب الأتربة فى القاهرة مثلا أنما تترسب فى شرفات المنازل ومداخلها الجنوبية والجنوبية الغربية .

ومن أشهر العواصف كذلك عواصف الثلج التى يعرفها ويألفها أهل المناطق الباردة . وليس الثلج كما يعتقد الناس عبارة عن المطر المتجمد ، فهو لا يمر بحالة السيولة بتاتاً ، وإنما ينتج عن تكاثف بخار الماء العالق فى الهواء على هيئة بلورات من الثلج مباشرة . وعندما نعمد إلى فحص بلورات الثلج تحت المجهر أو (الميكروسكوب) نجد أنها عبارة عن صفائح جميلة المنظر ذات أشكال هندسية رائعة ومن العسير أن تتشابه صفيحتان تشابهاً كاملا ، خصوصاً الكبيرة منها التى تتكون من العديد من البلورات . وعند ابتداء التكاثف تتكون كل صفيحة حول نواة صلبة من نويات التكاثف .

وأحياناً تنمو صفائح الثلج كثيراً . ولعل أكبر كميات رصدت منها الصفائح التى تساقطت عام ١٨٨٦ فى منتانا وكونت بقعاً واسعة بيضاء ، بلغ عرض الواحدة منها ١٥ بوصة وسمكها ٨ بوصات وفى أماكن أخرى متفرقة رصدت صفائح من الثلج كانت الواحدة منها تملأ قدح الشاى .

وفى المناطق الباردة جداً يتساقط ثلج دقيق الحجم أو على هيئة مسحوق تذروه الرياح الباردة الشديدة فيتطاير فى الجو ويملأ رئات الناس

بالحبيبات ويسبب . لها الإختناق . ولهذا يعمد القوم إلى تغطية أنوفهم .

وعلى الرغم من أن الثلج قليل الكثافة فهو قد يتراكم فى المناطق الجبلية ويسد الطرقات مكوناً آكاماً عالية جداً . ويحدث أن تنهار هذه الآكام فى عنف وقوة فتقلع الاشجار وتجرف أمامها المبانى والمنشآت . ولهذا السبب تصرف الحكومات كل عام ملايين الجنيهات فى بناء الحواجز من أجل حماية المدن والطرق . وخطوط السكة الحديد من أخطار هذه الثلوج المنهارة التى تكون أشبه شيء بالثلاجات الزاحفة .

والمعروف علمياً أنه إذا كانت ظروف الأرض الجوية تلائم تراكم الثلوج فوق بعضها البعض كل شتاء مع عدم ذوبانها . تماماً فى الربيع أو الصيف * ، فإن منسوب الماء فى محيطات الأرض يتناقص تدريجياً ، أى أن الماء ينحسر عن كثير من الشواطئ . أما عندما تزداد عمليات ذوبان هذه الثلوج التى تغطى مساحات واسعة من المناطق الباردة فإن العكس يحدث وترتفع مياه البحار على هيئة طوفان .

وفى أوربا يبدأ ظهور الثلوج عادة من ديسمبر ويختفى من مايو ، وهو يبدأ على الأجزاء الشمالية . ويندر سقوط الثلج على شمال أفريقيا فى الشتاء ، ولكن لشدة البرودة فى أعالى الجو تغطى قمم الجبال بالثلوج طول العام . ويسمى الارتفاع الذى تظهر عنده الثلوج الدائمة باسم (حد الثلج الدائم) ، يبلغ ارتفاعه نحو ١٢٠٠ متر فى النرويج ، ونحو ٢٧٠٠ متر فى الألب ، ونحو ٥٥٠٠ متر على جبال الكيمانجارو بأفريقيا ،

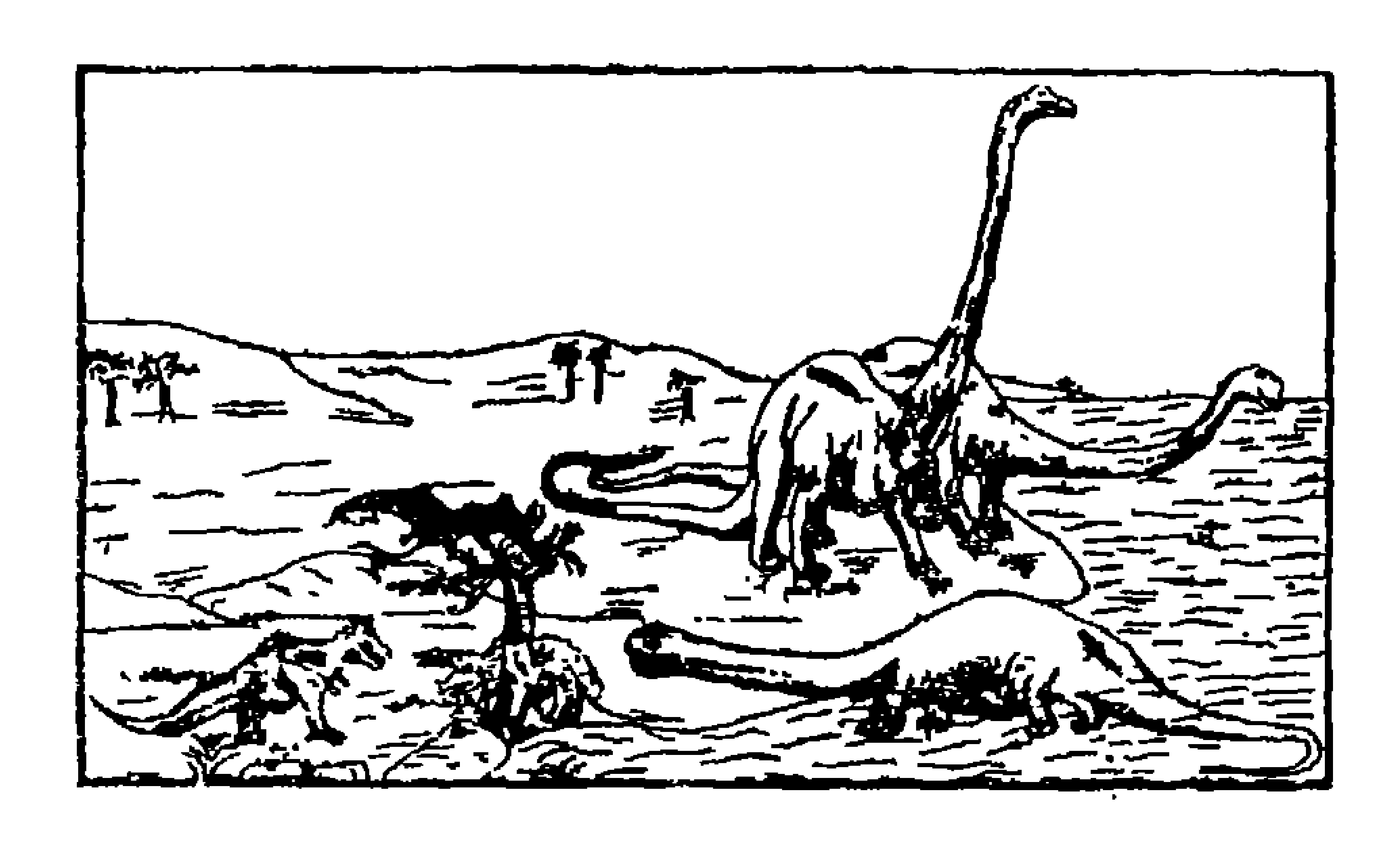
* تكون الثلوج المتراكمة فى المناطق المرتفعة منابع كثير من الأنهار التى تفيض فى الربيع عند ما تذيب حرارة الشمس هذه الثلوج عقب انتهاء الشتاء .

ونحو ٦٥٠٠ متر على جبال مكسيكو . . . وهكذا يتغير ارتفاع هذا الحد الدائم بتغير المكان على سطح الأرض . والمعروف أن كميات الثلج المتراكم طول العام تتغير بتغير نوع وطبيعة الرياح السائدة وكذلك التعرض للأشعاع الشمسى . وقد يتساءل المرء : هل يمكن أن يزحف الثلج تدريجياً من القطبين إلى خط الاستواء حتى يعم الأرض كلها جو قطبي بارد ؟ هذا ما سنتعرض للحديث عنه فيما بعد .

٥ ــ هل نحن مقبلون على جو استوائى عام ؟

المعروف أن الأرض خلال الثلث مليون سنة الأخير من عمرها مرت بعدة عصور جليدية ، كانت هى السبب فى إبادة دولة الزواحف الكبرى ــ شكل (٨) ــ وتثبيت الريش على الأرض ليكون غطاء يقى الجسم ويحفظه من التقلبات الجوية العنيفة . وظهر كذلك الشعر والفراء للتدفئة وحفظ درجة حرارة الجسم أثناء العمل أو القيام بأى نشاط كل ذلك كان احتياطاً من الظاهر أو خارج الجسم فى بادئ الأمر .

والأغلب أنه فى كل عصر جليدى كانت الطبيعة تحاول أن تمد كائنات الأرض بما يبقى على حياة بعضها ،حيث كان ينتاب مناخ



شكل (٨) الزواحف الكبرى

الأرض تغيير شامل تدريجى ينتهى بعصر شديد البرودة يزحف فيه الجليد الشمالى إلى الجنوب ثم يعود فينقشع . وكانت كل فترة كهذه بمثابة امتحان جديد لا هوادة فيه لكافة أنواع الحياة على الأرض . ولم ينج من هذه المحن الكبرى سوى الحيوانات الصغيرة التى هى أسلاف الطيور والثدييات .

والثدييات أعلى مراتب الحيوان . وعنوان رقيها هو الدم الحار الذى يعمل على ثبوت درجة حرارة أجسامها مهما تغير الجو الخارجى ، وكذلك كسوتها الأنيقة الدافئة من الشعر أو الفراء ، بالإضافة إلى غريزة الأمومة فيها والعناية بالصغار ورعايتها لها كما هو معروف .

وحديثاً تمت دراسة أسباب ظهور تلك العصور الجليدية التى لم تكن تعرفها الأرض من قبل خلال عمرها الطويل الممتد إلى أكثر من نحو عدة بلايين سنة منذ نشأتها الأولى . وفى سبيل ذلك ظهرت نظريات عديدة ، تفسر هذه الظاهرة الطبيعية التى تحكمت . فى الحياة على الأرض ، والتى سوف تؤثر على الإنسان بعد أن تربع على عرش الحياة .

فعندما يقبل العصر الجليدى ينخفض منسوب الماء فى البحار والمحيطات ، وذلك نظراً لتحول أبخرة المياه المتصاعدة بين أسطحها إلى جليد يكسو المناطق الباردة أو المرتفعة ، ويزحف من القطبين إلى خط الإستواء على هيئة ثلاجات أو أنهار من الجليد تتدفق وسط العواصف الثلجية والأهوية الباردة المتجمدة. أما عندما يتراجع العصر الجليدى نجد أن البحار تفيض تدريجياً ، ويرتفع منسوب الماء ويغرق السواحل ، وقد يستمر الأمر على هذا الحال حتى يسود أغلب الأرض جو استوائى رطب .

والمعتقد إلى حد كبير أن مثل هذا المناخ الاستوائى هو عين ما نحن مقبلون عليه فى العصر المقبل ، وذلك نظراً لازدياد مقادير غاز ثانى أوكسيد الكربون فى الجو . فنحن منذ ابتداء القرن العشرين رحنا نحرق كميات وفيرة من الفحم وزيت البترول مما صنعته الطبيعة من نفس هذا الغاز الذى كان متوفراً فى جو الأرض الأول منذ أكثر من بليون سنة . فمن المتفق عليه علمياً أن الفحم الحجرى وزيت البترول هما من نتاج عمليات حدثت على مقياس كبير فى عصور الأرض القديمة وسببت ترسيب الكربون بصور مختلفة من غاز ثانى أوكسيد الكربون الذى كان عالقاً فى جو الأرض .

ومن بين النظريات التى ظهرت لتفسر حدوث العصور الجليدية تلك التى تربط هذه العصور بأعقاب الثورات الأرضية ، إثر ما ترسله البراكين من أتربة ودخان يظل عالقاً فى أعالى جو الأرض أجيالا عديدة ويحجب جانباً وفيراً من الإشعاع الشمسى الذى يفد إلى سطح الأرض .

ومن بين النظريات الحديثة كذلك نظرية تذهب إلى أن سبب العصور الجليدية هو فى واقع الأمر ما آلت إليه طبيعة القطب الشمالى للأرض على النحو الذى نعرفه فى هذا العصر .

والمعتقد أن هذا القطب كان قديماً فى المحيط الهادى المفتوح المترامى الأطراف . وبطبيعة الحال لم يسمح هذا المحيط العظيم بزحف الجليد بسهولة من ذلك القطب عبر مياهه ليصل إلى اليابسة خلال شهور الشتاء ، وذلك بسبب طبيعة الماء وخواصه التى تميزه عن اليابس . وعندما أصبح القطب بحراً صغيراً جداً ، يكاد يكون مقفلا ، أى تحيط به الأرض من

كل جانب ، اكتسب بعض الخواص « الجديدة » ، وصار هو المحيط المتجمد الشمالى كما نعرفه اليوم .

وفى مستهل العصر الجليدى يتكون هذا المحيط من الماء السائل الذى يسهل تبخيره ، فيمتلىء الهواء ببخار الماء اللازم لتولد عواصف الثلج أثناء الشتاء ، وتشتد هذه العواصف ويتزايد نشاطها فوق اليابس الفسيح ممثلا فى كندا وسيبيريا ، ومنها يزحف خط الجليد على سطح الأرض تدريجياً صوب الجنوب من شتاء إلى آخر ، حتى يعم الجليد الأرض كلها . وتلك مرحلة تكون فيها إمدادات بخار الماء من القطب والمحيط قد بلغت حدها الأدنى ، فتقل العواصف الثلجية ، ويتراجع خط الجليد على الأرض متجهاً نحو القطب من عام إلى آخر حتى يذوب الثلج ومن ثم يعم المناخ الاستوائى سطح الأرض ، وتبدأ القضية من جديد . ولعل هذا حقيقة هو السر فى تعدد حالات العصور الجليدية خلال الثلاثمائة ألف سنة الأخيرة من عمر الأرض منذ احتل القطب الشمالى موضعه الحالى كما نعهده . أليس هذا من عجائب الأرض !

ومهما يكن من شىء فإن أغلب القرائن إنما تدل على أننا مقبلون فى هذا العصر على مناخ استوائى عام ، يذوب فيه جليد الأرض ، وترتفع درجة حرارة الهواء والماء على السواء . وفى العادة يتم هذا التغير ببطء شديد ، إلا أننا فى واقع الأمر نعمل لقدوم هذا المناخ بسبب وفرة ما نضيعه من غاز ثانى أوكسيد الكربون إلى الجو منذ بدء النهضة الصناعية . ولهذا الغاز كما قدمنا مقدرة خاصة على امتصاص الأشعة الحرارية ، والعمل على تدفئة الجو تدريجياً . ورغم أن معدل التسخين بهذه الطريقة هو .

معدل صغير نسبياً ، إلا أنه يظهر أثره بمضى الوقت الكافى بطبيعة الحال

وتدل البحوث المناخية على تواجد ميل ظاهر لتجنح الطبيعة فى جمهوريتنا مثلا (ج. ع. م.) إلى شحة المطر وارتفاع درجات الحرارة ببطء شديد ، منذ نحو عام ١٩٠٠ ميلادية ، أى منذ راح الناس على الأرض يحرقون المواد التى ينجم عنها غاز ثانى أوكسيد الكربون بوفرة نتيجة للتقدم الصناعى فى القرن العشرين .

ومما لا شك فيه أن هذا التوافق بين دراسات المناخ وما تمخضت عنه البحوث النظرية قد يكون لمجرد الصدفة خلال هذه الفترة من الزمان ، إلا أننا نضع تحت يدى القارئ صورة . واضحة جلية للوضع بأكمله ، ولكن دراسات المناخ مهما كانت براقة لا يمكن الأخذ بها نهائياً إلا بعد فترة طويلة من الزمان . .

٦ — المحيط الذى يفيض منه النيل

المعروف أن فيضان النيل إنما ينجم عن أمطار الصيف الغزيرة التى تهطل على الحبشة ثم تتدفق إلى رافديه النيل الأزرق ونهر العطبرة .

وتقع الحبشة على وجه . التقريب فى شرق أفريقية ، وإلى شمالها البعيد يقع البحر الأبيض المتوسط ، وفى جنوبها الشرقى يجثم المحيط الهندى غير بعيد . وفى غربها النائى يربض المحيط الأطلسى ، وإلى شرقها القريب يقع البحر الأحمر . وكل هذه البقاع مصادر مائية يجوز أن تمد الهواء ببخار الماء اللازم لهطول أمطار الصيف على الحبشة . أما أى هذه المصادر هو الذى يجود علينا بماء الفيضان فهو سؤال ظل يتردد على أذهان كثير من الباحثين فى علم الطبيعة الجوية فى مصر وغير مصر منذ اكتشاف منابع النيل .

ولقد وجد بالبحث والدراسة أن البحر الأبيض المتوسط لا يمكن أن يكون مصدراً لأبخرة مياه الفيضان ، وذلك نظراً لأن تيارات الهواء التى تقبل منه لتغذى الانخفاض الجوى الموسمى الرابض على الحبشة خلال الصيف والذى يسبب أمطار الفيضان يكاد يقتصر مسارها على الصحارى اللافحة ، عابرة خط الاستواء الحرارى * ، مما يرفع من درجة حرارتها إلى حد كبير ، وبالتالى يزداد جفافها . ومثل هذه الرياح هى التى تهب على جنوب

---

* أى منطقة أعلى درجات حرارة على سطح الأرض ، حيثما تتعامد أشعة الشمس على مر العام .

الجمهورية العربية المتحدة وشمال السودان فى الصيف .

أما البحر الأحمر فهو بحر ضيق يكاد يكون مقفلا ، ولا يتعدى تأثير بخار مائه عادة المرتفعات التى تجرى على طول شواطئه ، ولذلك فهو لا يصلح أن يكون مصدراً لأبخرة المياه الوفيرة التى تعطى أمطار الفيضان بتكاثفها داخل السحب . وبذلك يبقى مصدر أبخرة المياه التى تتدفق إلينا أثناء الفيضان منحصراً فى المحيط الهندى أو فى المحيط الأطلسى أو فيهما معاً .

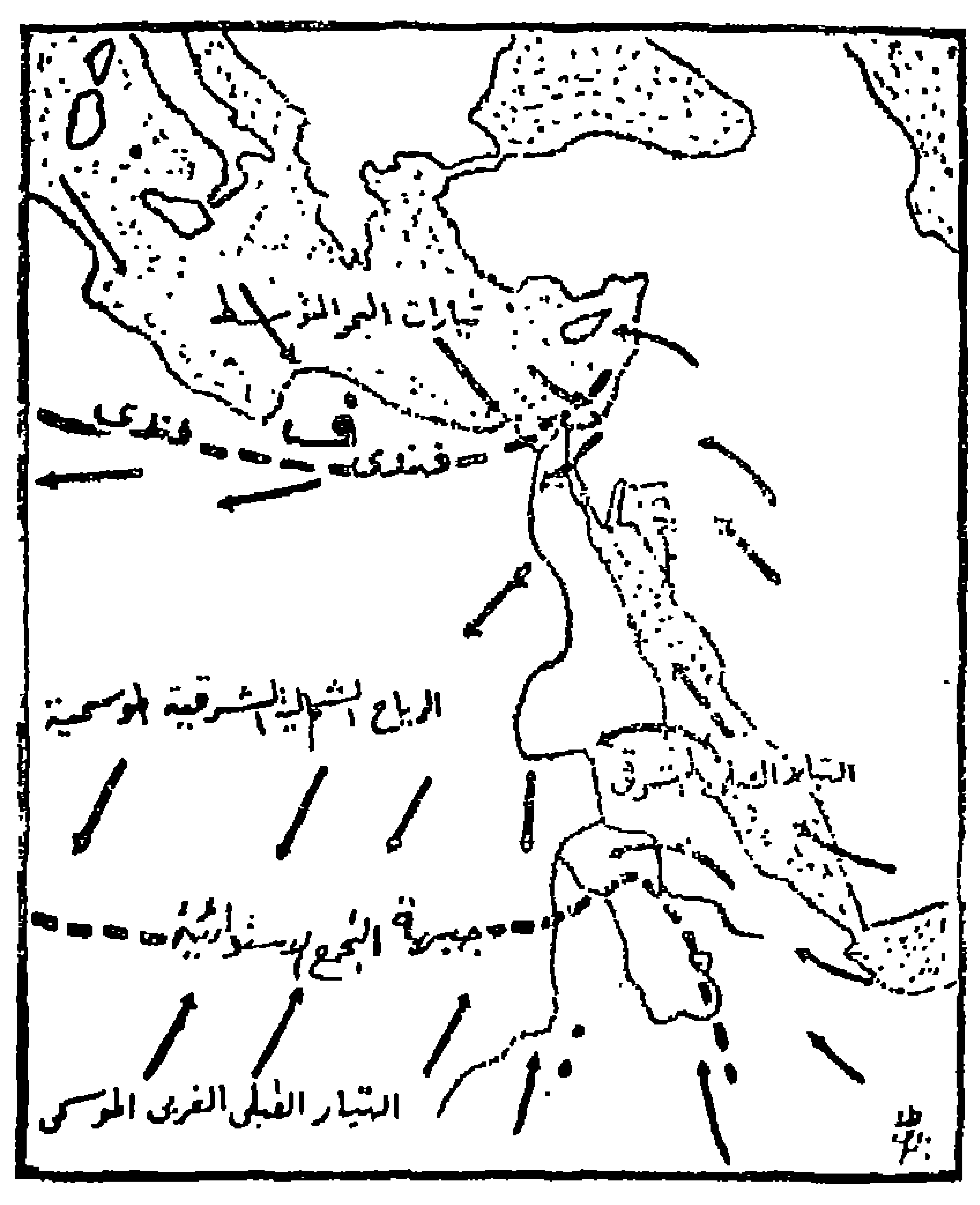
وقد سبق أن عزا أحد علماء الرصد الجوى فى مستهل هذا القرن ، وهو ليونس الإنجليزى ، هطول هذه الأمطار إلى تكاثف بخار الماء الذى تحمله الرياح الموسمية التى تصل من جنوب المحيط الهندى وتدخل أفريقيا قرب خط الاستواء ، وتتوغل فيها كرياح جنوبية شرقيه عظيمة الرطوبة بعد أن تكون قد قطعت آلاف الأميال « فوق المحيط » وتتحول هذه الرياح إلى تيار جنوبى أو جنوبى غربى يغذى سهول السودان والحبشة بعد عبوره خط الاستواء الجغرافى كما هو مبين فى شكل (٩) .

ومن بعد ليونس هذا جاء عالم آخر يقال له كريج وخطأ النظرية السابقة وقرر أن الأمطار إنما تتسبب عن الرياح الجنوبية الغربية المحملة بأبخرة مياه المحيط الأطلسى بعد أن تعبر الكنغو .

ولقد عمد كريج إلى تعزيز نظريته هذه بأدلة وافق عليها بعض علماء الرصد الجوى فى ذلك الوقت مثل شو ، وجلبرت ووكر ، وبروكس الذى رسم خريطة فريدة لمسالك الهواء وتياراته على أفريقيا ، وأكد أن تيار كريج — أو تيار المحيط الأطلسى الذى يعبرالكنغو — هومصدر أبخرة

مياه الفيضان . هذا كما حاول البرهنة على أن تيار المحيط الهندى لا يتعدى توغله على أفريقيا خط عرض ٥ درجات شمالا، أى أنه يكاد لا يصل الحبشة .

كل هذه البحوث والنتائج كانت تعتمد على سلسلة من الأرصاد المأخوذة عند سطح الأرض ، أو بالقرب منها . ولم تكن طبقات الجو العلوى قد درست بعد ، وهى الطبقات التى تحدث فيها عواصف الرعد فعلا ، وتحمل أبخرة مياه المطر الذى ينجم عنه الفيضان .

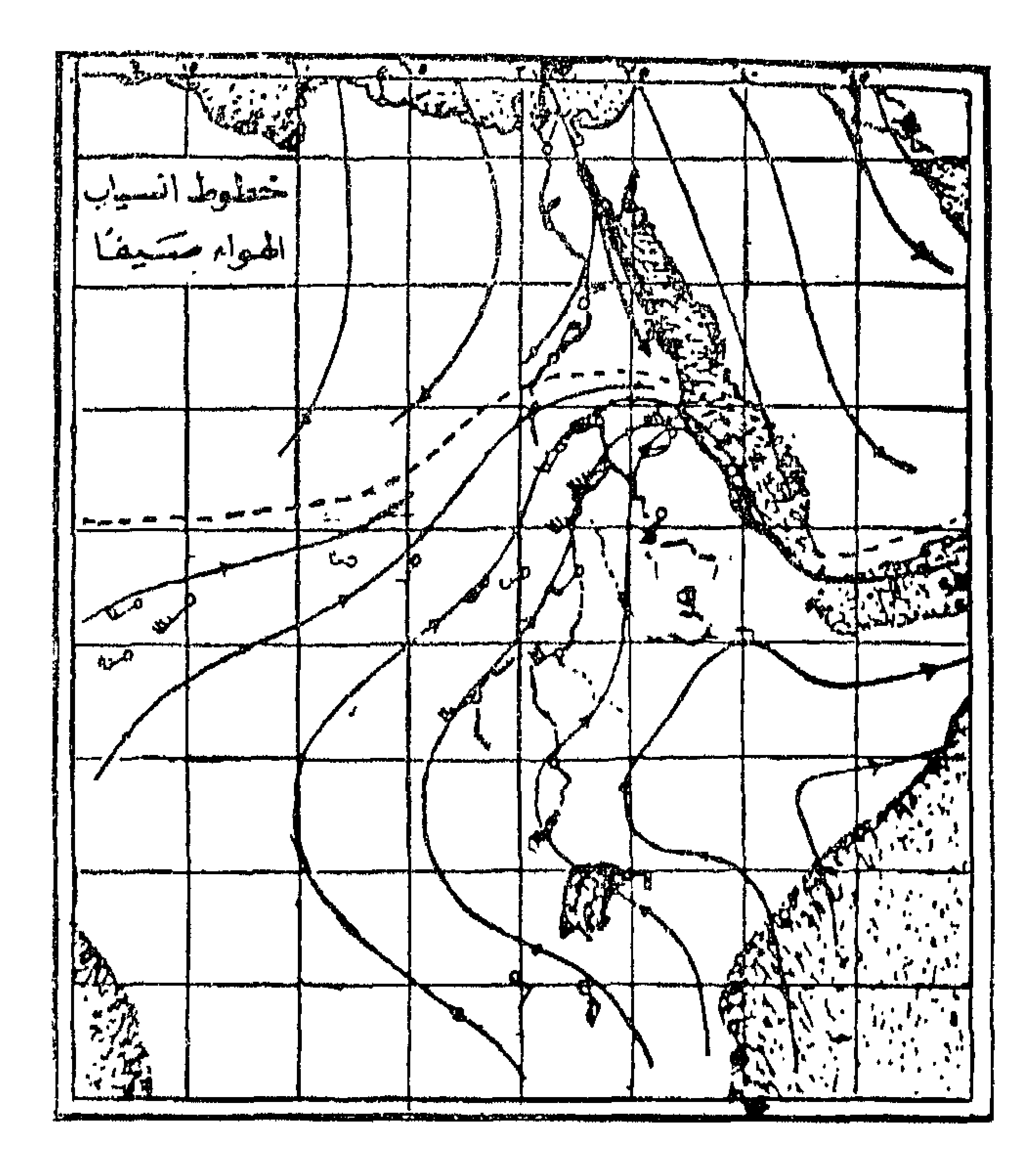


شكل (٩) تيارات الهواء على أفريقيا

ولقد أثبتت الدراسات المستفيضة التي أجريت حديثاً فى الجمهورية العربية المتحدة أن أغلب تلك العواصف إنما يتولد فى الطبقات العليا التى تمتد من نحو كيلومتر واحد إلى نحو عشرين كيلو متراً فوق سطح الأرض (أى أعلى التروبوبوز) .

وخلال الحرب العالمية الثانية وما بعدها تم إنشاء شبكه من محطات الرصد الجوى فى كثير من بلاد أفريقيا ، وظهرت استخدامات (الراديوسوند) ، وهو جهاز يرصد عناصر الجو فى مختلف الطبقات ويرسلها إلى المحطات الأرضية بواسطة اللاسلكى . وتحمل هذا الجهاز بالونات خاصة تملأ بغاز الأيدروجين الخفيف لتحلق فى السماء حتى تصل إلى ارتفاعات شاهقة وتدخل التروبوبوز .

وبطبيعة الحال ساعد تحليل هذه الأرصاد على وضع حد نهائى لهذه المسألة العلمية الهامة . ولقد كانت أهم النتائج التى توصل إليها الباحثون وخبراء الطبيعة الجوية بكلية العلوم بجامعة القاهرة أن أبخرة المياه التى تتكاثف إلى أمطار مياه الفيضان إنما تحملها طبقات سميكة من الرياح الموسمية التى تصل من جنوب المحيط الهندى ، ثم تعبر خط الاستواء متوغلة فى أفريقيا ، وتنحنى مساراتها فى الطبقات المختلفة نظراً لدوران الأرض حول محورها ، فتبدو فى الطبقات السطحية على هيأة رياح جنوبية أو جنوبية غربية ، إلا أنها تظل فى الطبقات العليا على هيئة رياح شرقية أو جنوبية شرقية . ونظراً لتشبع هذه الرياح ببخار الماء خلال طبقات سميكة تكثر فيها حالات عدم الاستقرار الجوى الذى يولد عواصف الرعد والمطر المختلفة الشدة والمدى — راجع شكل (١٠) — ،



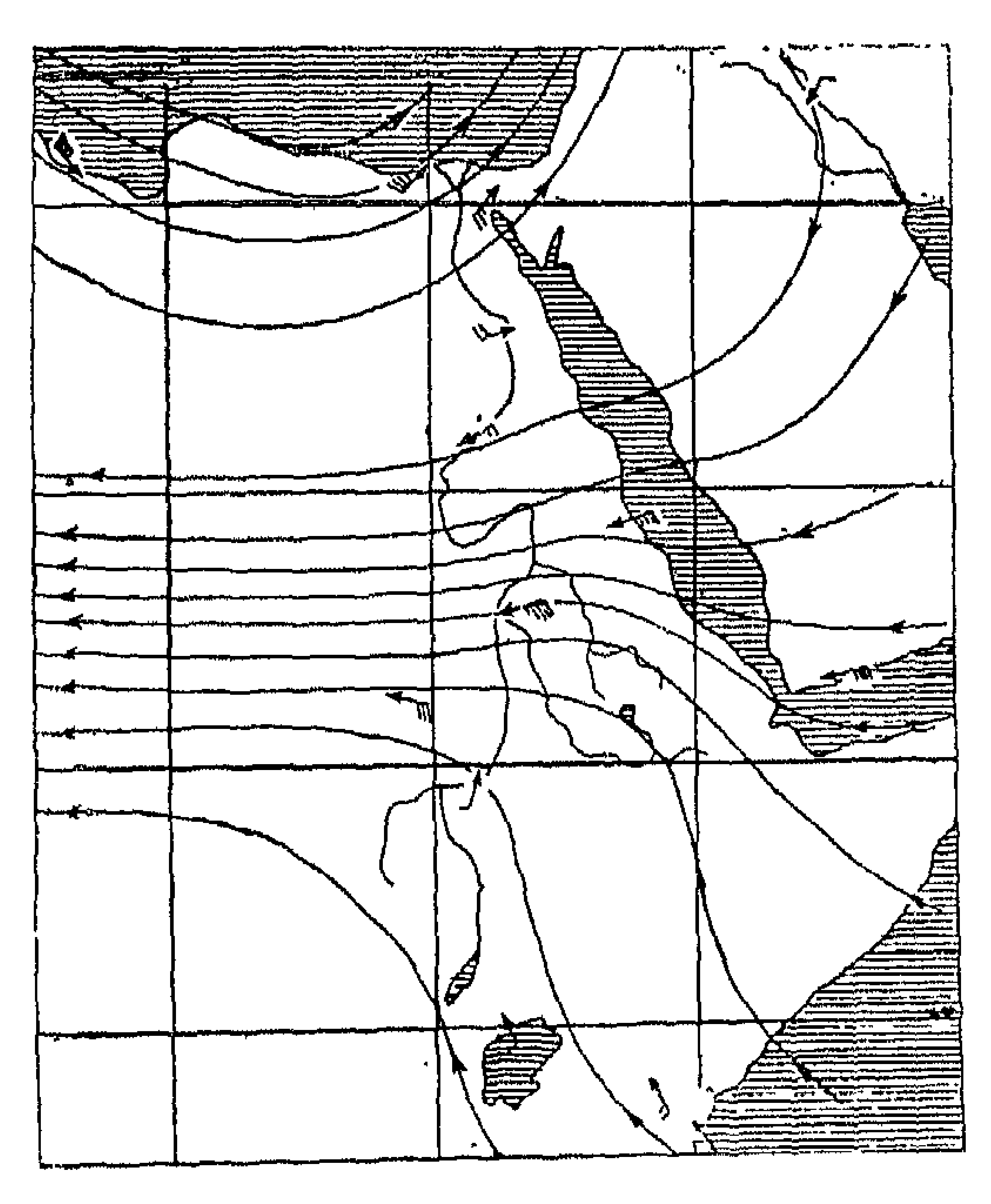
شكل (١٠) انسياب الهواء على ارتفاع ألف متر

ويمثل شكل (١٠) خطوط انسياب الهواء على ارتفاع ألف متر . وقد تم رسم هذه الخطوط باستخدام الأرصاد الفعلية لشبكة من محطات رصد الجو العلوى بالبالون الطائر .

وقد تزحف هذه التيارات المطيرة شمالا تحت تأثير عوامل جوية

معينة حتى تصل جنوب الجمهورية العربية المتحدة . ويحدث ذلك غالباً فى الفترة الممتدة من يوليو إلى أغسطس ؛ إلا أن مثل تلك الحالات نادر جداً كما قدمنا ، إلا أنها من عجائب ما يحدث عندنا صيفاً !

ومهما يكن من شيء فقد دلت جميع الأرصاد على أن دورة الهواء العلوى فى تلك الأرجاء دورة شرقية ، يكون فيها الهواء إما شمالى شرقى فى أيام الجفاف ، أو جنوبى شرقى فى الأيام المطيرة ، وأن أبخرة مياه أمطار



شكل (١١) خطوط انسياب الهواء على علو أربعة كيلومترات

الفيضان تجلبها طبقات سميكة من الرياح الموسمية ، تقبل من جنوب المحيط الهندى ؛ ثم تعبر خط الاستواء بعد أن تقطع آلاف الكيلومترات فوق ذلك المحيط ، وتتوغل فى القارة الأفريقية – راجع شكل (١١) – .

وهكذا اتضح لنا أخيراً أن النيل إنما يفيض من تكاثف أبخرة مياه المحيط الهندى ، تلك الأبخرة التى يحملها تياره الجنوبى الشرقى الموسمى والذى يتحول فى الطبقات السفلى منه إلى تيار جنوبى غربى عندما يعبر خط الاستواء .

٧ ـ أسباب ارتفاع الرطوبة خلال الصيف وتأثيراتها

إن مسألة ارتفاع درجة الرطوبة فى الجو مع ارتفاع درجة الحرارة خلال أشهر الصيف من أهم المسائل التى تثير اهتمام الناس فى (ج.ع.م.) خصوصاً نظراً لما تسببه نسبه الرطوبة العالية من الشعور بالضيق والملل ، وانتشار بعض الحشرات ، وظهور حمو النيل وبخاصة لدى الأطفال .

كل هذه الأسباب حملت المختصين فى كلية العلوم بجامعة القاهرة إلى عمل دراسة وافية للموضوع ، وقد تصل درجة الرطوبة النسبية* إلى ١٠٠ فى المائة فى أغلب المناطق ، خصوصاً أثناء الليل ، هذا كما قد يتكرر حدوث التشبع خلال فترات مختلفة من الصيف ، يكون فيها الهواء السطحى مكتمل الرطوبة بحيث لا يقوى على حمل كميات إضافية من بخار الماء. وتحت مثل هذه الظروف لا يتبخر العرق من الأجسام وتسبب هذه الظاهرة الشعور بوطأة الحر والضيق . ومن نتائج ارتفاع الرطوبة إلى مثل هذا الحد تولد السحب المنخفضة أو الضباب أثناء الصباح ، وهى تشكل خطراً عظيما على أعمال المواصلات فى الصيف .

ويعزو فريق من الناس هذه الحالة إلى فيضان النيل وامتلاء الترع والقنوات بالماء ، إلا أن الحقيقة هى أن الفيضان رغم ما يصحبه من

* هى النسبة المئوية بين كمية بخار الماء العالق فعلا فى الهواء والكمية اللازمة لتشبعه .

تأثيرات محلية على كل من درجة الحرارة ومقدار الرطوبة ، إلا أنه لا يكفى لتعليل الظاهرة على النحو الذى تشاهد عليه والتى تكاد تعم كافة أرجاء الجمهورية العربية المتحدة .

فمن المعروف أن الرياح فى جمهوريتنا وشمال وادى النيل بصفة عامة تكون شمالية فى أغلب الصيف — راجع شكل (٩) — ، أو شمالية شرقية تهب دون انقطاع ملحوظ حول انخفاض جوى موسمى عظيم يربض فوق جنوب آسيا ويمتد غرباً إلى الحبشة . وقديماً أطلق الإغريق على هذه الرياح المستقرة اسم (إتيزيان) ، ونحن نسميها الهواء البحرى الذى يلطف قيظ الصيف عندنا ويجعل من الممكن مزاولة نشاطنا رغم ارتفاع درجة الحرارة .

ومن أهم صفات هذه الرياح البحرية وخصائصها الطبيعية ما تتميز به من استقرار دائم ، فهى لا يعترض سبيلها ولا يتكون فيها أى انخفاض جوى عرضى ، كما أنها لا تحدث العواصف ، وعلى الأخص عواصف الرعد .

وتدل معادلات الحركة على أن الرياح الشمالية التى من هذا القبيل يحدث فيها تساقط من أعلى ، بمعنى أن الهواء إنما تهبط طبقاته العليا الممتدة إلى علو عدة كيلومترات وتتحرك إلى أسفل ، وهكذا تتحرك تلك الأجزاء من الهواء من طبقات ضغطها منخفض إلى أخرى ضغطها مرتفع ، لأن الضغط الجوى يزداد كلما هبطنا إلى أسفل والعكس بالعكس كما هو معروف .

وبطبيعة الحال يصحب هذا التساقط ارتفاع ملحوظ فى درجة حرارة

الهواء الهابط نظراً لازدياد الضغط الواقع عليه كلما اقترب من سطح الأرض .

وتعمل درجة الحرارة المرتفعة على علو نحو ٥٠٠ إلى ٢٠٠ إمتر من سطح الأرض على منع تسرب أبخرة المياه المتصاعدة من سطح الأرض ، وكذلك الغبار وكافة الشوائب ، والحيلولة دون وصولها إلى أعالى الجو . ولهذا السبب تظل الأبخرة الصاعدة من كافة أسطح المياه حبيسة الطبقات السفلى من الجو ولا تصل إلى أعلى ، فتتراكم هذه الأبخرة مع بعضها البعض حتى تصل درجة الرطوبة إلى ١٠٠ فى المائة قرب سطح الأرض بينما تظل الطبقات العليا كلها جافة . وهذا هو السبب . فى عدم تكون السحب الركامية فى الصيف ولا يظهر إلا الضباب أو السحب الطبقية المنخفضة فى الصباح المبكر ، وسريعاً ما تعمل أشعة الشمس المحرقة بعد الشروق على تبديد الضباب واختفاء السحب الطبقية القريبة من سطح الأرض .

وكما قدمنا تشكل هذه الظاهرة خطراً مباشراً على المواصلات فى الصباح عقب شروق الشمس . أما أثناء النهار فإن السماء تظل صافية والشمس مشرقة رغم ارتفاع الرطوبة عند السطح بشكل ظاهر .

ولا تحدث هذه الظاهرة فى فصل الشتاء بالذات ، إذ تنشط تيارات الحمل فى الهواء السائد وتحمل معها أبخرة المياه إلى الطبقات العليا ، وبذلك تتشبع طبقات سميكة من الجو بأبخرة المياه فتتولد السحب الركامية الممطرة ولا تكون الرطوبة مرتفعة فى الطبقات السطحية كما هو الحال فى الصيف ! ويلاحظ ذلك سكان السواحل كالإسكندرية .

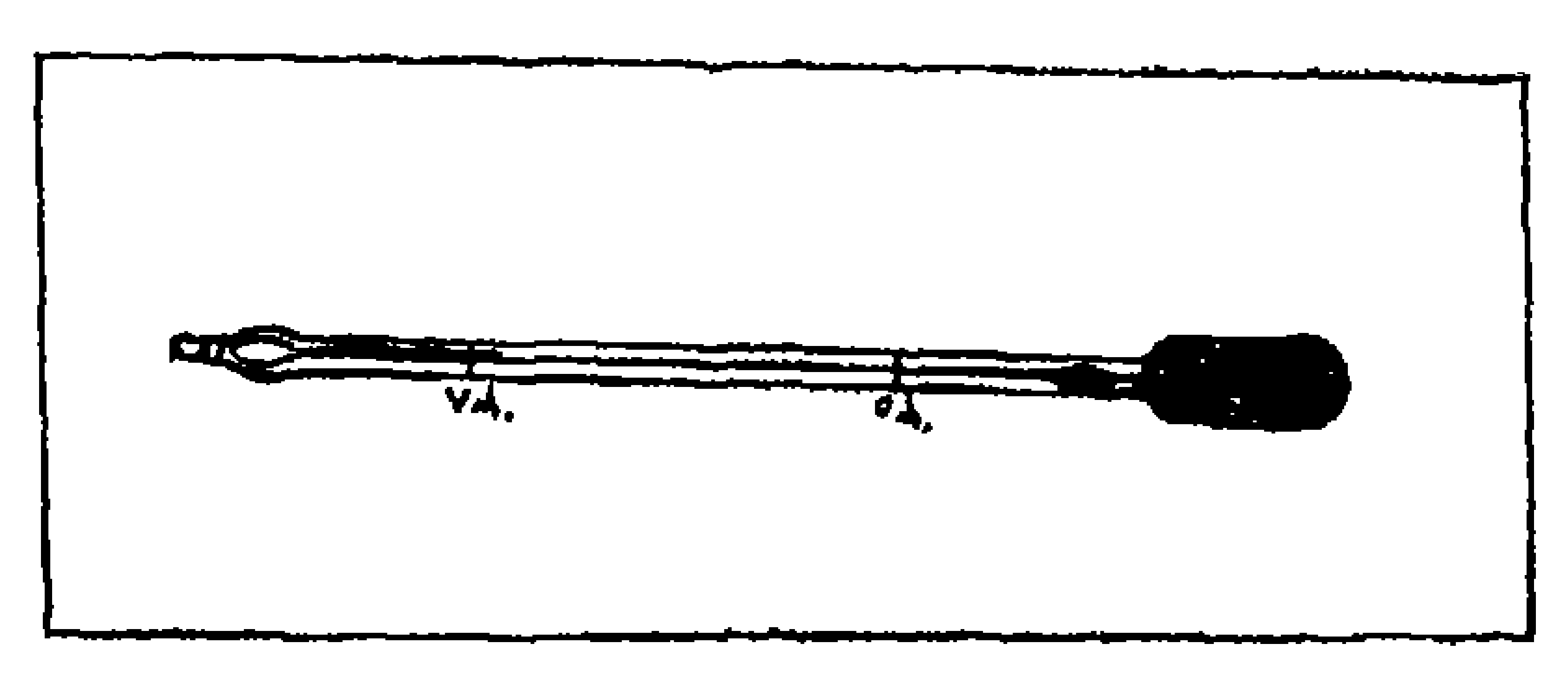
وهكذا يتبين القارئ أن جو الصيف عندنا يكون أكثر رطوبة من جو الشتاء فى الطبقات السطحية ، كما أن هذه الظاهرة الطبيعية التى لها أثرها الكبير على صحة الأجسام ونشاط الأفراد إنما يرجع أساسها إلى تغير فعلى فى طبيعة الهواء السائد وليس إلى النيل أو فيضانه كما كان معتقداً من قبل .

ويبلغ الإنتاج البشرى أقصاه عموماً عندما تتساوى كميات الحرارة المتولدة فى الجسم مع الحرارة التى تفقد عند السطح الخارجى . وعندنا يشعر الجسم العادى بالراحة فى درجات من الرطوبة النسبية متوسطها ٥٠ فى المائة تقريباً إذا كانت درجة حرارة الجو نحو ٢٨ درجة مئوية . وكلما ارتفعت درجة الرطوبة النسبية فوق ٥٠ فى المائة كلما قل الشعور بالراحة ، حتى يصل الملل أقصى حدوده عندما تكون الرطوبة ٨٥ فى المائة .

وليس معنى ذلك أن الجو الجاف على الدوام أحسن حالا ، فإن الفترات القصيرة من الجو الجاف تنشط الإنسان ، إلا أن دوام التعرض للأجواء الجافة يجلب الصداع ويقلل القدرة على العمل كذلك .

ومن العوامل التى تساعد على التبريد وتبخر العرق سرعة الرياح . فالرياح النشطة من عوامل التبريد عموماً . وعادة لا يحصل الانتعاش فى المناطق الاستوائية بسبب ركود الرياح ، كما أنه فى حالات الزمهرير التى يتدثر فيها الإنسان بالأغطية السميكة يقل الانتعاش والإنتاج .

ويجمل القول أن قوة التبريد التى يحدثها الهواء وتسبب نشاط البشر إنما يتوقف على عناصر ثلاثة هى درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وسرعة الهواء . ويمكن قياس قوة التبريد هذه بترمومتر خاص يقال له ترمومتر (كاتا) شكل (١٢) — . وهو ترمومتر مدرج من* ٣٥ إلى ٣٨ درجة مئوية .



شكل (١٢) ترمومتر كاتا

وعند استعماله يغمر فى ماء حار حتى يقرأ ٣٨ درجة ثم يخرج من الماء ويعرض مباشرة للجو ، فيبرد خزان الترمومتر بتبخير المياه العالقة عليه ويهبط الزئبق تدريجياً ، ثم يعين الزمن الذى يستغرق فى هبوط الزئبق حتى يصل إلى درجة ٣٥ ، ويتناسب هنا الزمن عكسياً مع قوة تبريد الهواء ، بحيث إذا ما قسم معامل خاص بالجهاز عليه يمكن الحصول على قوة تبريد الهواء مقدراً بالسعر فى الثانية لكل سنتيمتر مربع . ويعطى الجدول الآتى قوة التبريد بالسعر فى الثانية لكل سنتيمتر مربع فى مختلف حالات الجو .

قوه التبريد بالسعر	نوع الجو
من ٠٠ إلى ٠،٠٥	حار ولا يحتمل
من ٠،٠٦ إلى ٠،١٠	يبعث على الخمول
من ١١ إلى ٠،٢٠	منعش
من ٢١ إلى ٠،٣٠	بارد ومنشط
من ٣١ إلى ٤٠،	بارد لا يحتمل

٨ — جبهة التجمع المدارية

الجبهة فى علم الطبيعة الجوية سطح وهمى يفصل بين تيارين مختلفين من الهواء ، وهى فى أغلب الحالات تكون على هيئة منطقة انفصال بين هواء ساخن وآخر بارد .

وعلى الجبهات كثيراً ما تتكون مناطق الضغط الخفيف المعروفة باسم الانخفاضات العرضية . وتتولد هذه الانخفاضات فى المناطق المعتدلة فوق مساحات محدودة من سطح الأرض ، وتنمو حتى تبلغ أشدها وتتحرك (من الغرب إلى الشرق فى نصف الكرة الشمالى) ، ثم تضمحل بعد أن تسبب إثارة الأجواء المحلية التى تمر عليها بدرجات متفاوتة حسب شدتها وعمقها . ويدور الهواء من حول هذه الانخفاضات وفى اتجاه يضاد اتجاه عقرب الساعة فى نصف الكرة الشمالى ، ويحدث العكس فى نصف الكرة الجنوبى .

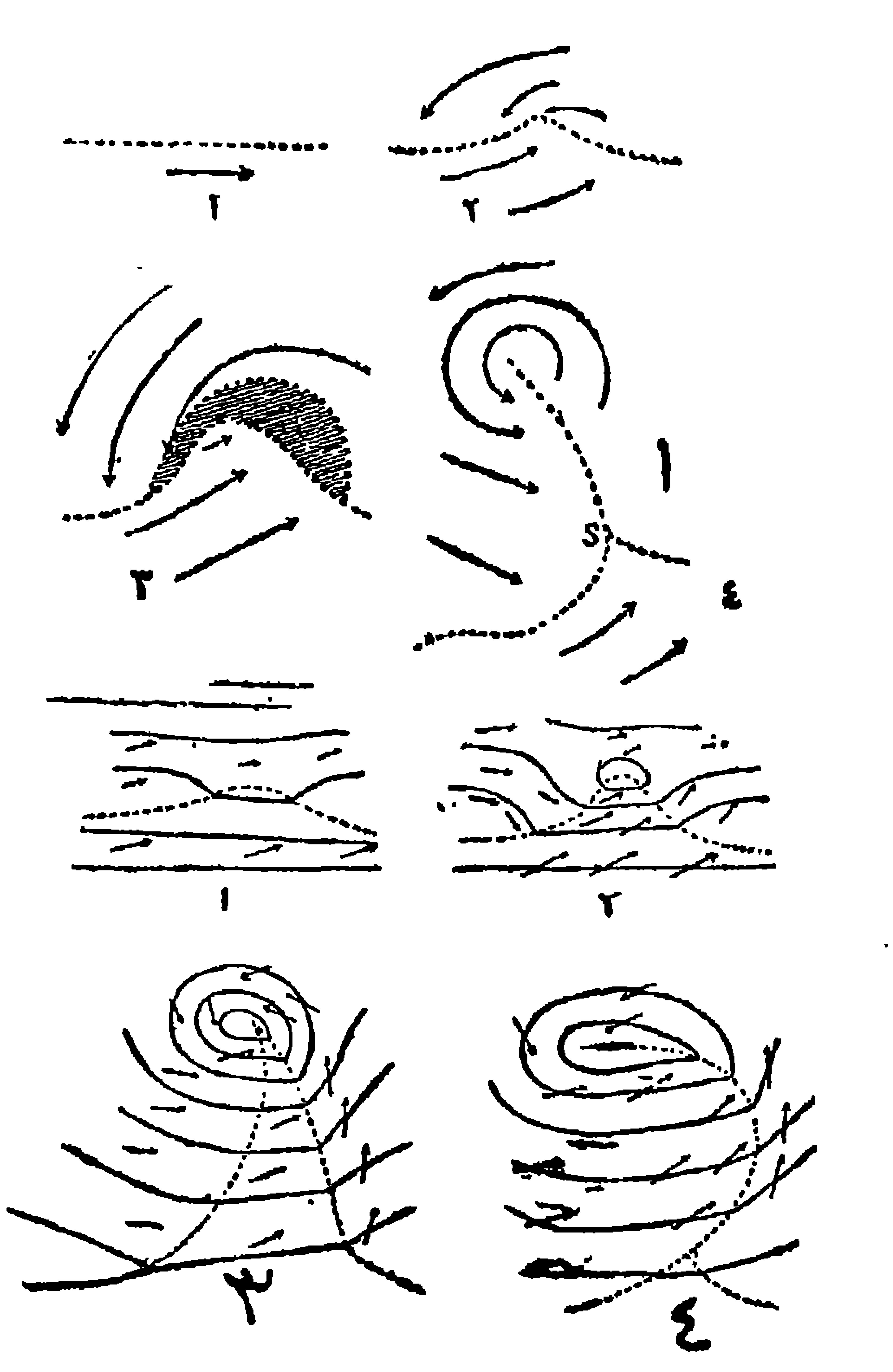
ولقد كانت المدرسة النرويجية فى علم الطبيعة الجوية أولى المدارس التى تعرفت على أسباب تكوين الانخفاضات الجوية على ما أطلقت عليه اسم الجبهة القطبية التى تفصل بين كتل الهواء القطبي الباردة التى تقبل من مناطق القطبين وتكون شرقية عادة ، وبين التيارات المعتدلة الغربية التى تغزو المناطق المعتدلة وتعرف باسم الغربيات السائدة ، وهى جميعها مبينة فى شكل (٣) الذى يمثل دورة الرياح العامة على الأرض .

وكما فى شكل (١٣) تلتوى الجبهة فى صورة موجة يتميز نصفها الأمامى عن نصفها الخلفى بمميزات خاصة ، ويسمى النصف الأمامى

الجبهة الساخنة كما يسمى النصف الخلفي الجبهة الباردة ونقطة تلاقيهما هي مركز الانخفاض الجوي . ويتحرك مركز الانخفاض عادة في اتجاه الشمال الشرقي كما قدمنا ، إلا أن هذه القاعدة لا تسري إذا ما أثرت على الانخفاض الجوي عوامل أخرى مثل تواجده ضمن دورة أخرى حول إنخفاض أقوي وأنشط ، فنراه ينجرف حول هذا الأخير . ومثل اعتراض الهضاب أو تيارات الهواء القطبية الباردة . ولعلنا جميعاً قد ألفنا مثل هذه التغييرات الخاصة من النشرات التي تصدرها مصلحة الأرصاد الجوية كل يوم .

وفي العادة تتتابع تغيرات الجو في أي مكان عند اقتراب الانخفاضات العرضية بصورة تكاد تكون منتظمة : فتبدأ سلسلة التغيرات بظهور السحب العالية مثل سحب السمحاق وهي تتكون من بلورات الثلج ولا ترمى ظلا . ويلي ذلك السحب الطبقية المتوسطة الارتفاع بينما يميل الضغط إلى الهبوط التدريجي نظراً لإحلال الهواء الساخن الخفيف محل الهواء البارد الثقيل نسبياً كما هو مبين في القطاع الرأسي من شكل (١٣) .

وبدخول الجبهة الساخنة يكون الضغط الجوي قد وصل أقل قيمة له تقريباً ، وعندها يتغير اتجاه الرياح إلى الجنوبي الغربي ، وتسوء الرؤية أو تقل شفافية الهواء نوعاً ما بحسب محتوياته من الأتربة ونحوها . وعندما يكون مشبعاً بأبخرة المياه تتكون أيضاً السحب المنخفضمة المطرة كما في شكل (١٣) . أما إذا كان الهواء الساخن غير محمل بأبخرة المياه كما هو الحال في بلاد العرب بصفة عامة ، حيث يقبل الهواء الساخن من قلب الصحاري فإن الجبهة الساخنة لا تعطي مطراً ، إلا أنها قد تعطي رذاذاً قرب الشاطئ .



شكل (١٣) مراحل تكوين الانخفاض الجوى العرضى

وبعد ذلك كله تظهر السحب الركامية المتوسطة الارتفاع ، وتكون بمثابة الدليل على اقتراب دخول الجبهة الباردة . ثم تظهر السحب الركامية المنخفضة الممطرة . وتثيرها الحركات الرأسية الضعيفة التي تصحب مقدمة هذه الجبهة ، حيث يتدفق الهواء البارد إلى السطح ويدفع الهواء الساخن إلى أعلى . ويكون المطر على هيئة رخات متواصلة أو متقطعة كما يحدث عندنا بالقرب من الشاطئ .

وفى العادة تسير الجبهة الباردة بسرعة أكبر من سرعة سير الجبهة الساخنة التي فى المقدمة ، ولهذا السبب يأخذ القطاع الساخن فى التناقص تدريجياً من الخلف ، وتنطبق أجزاء من الجبهة الباردة على أجزاء من الجبهة الساخنة القريبة من المركز ، ويمتد هذا الانطباق تدريجياً كلما انكمشت مساحة المقطع الساخن مكوناً جبهة واحدة هى جبهة الامتلاء . ولا تزال هذه الجبهة الأخيرة تمتد حتى يختض القطاع الساخن وتنتهى معالم الانخفاض .

ويعطى المسقط الأفقى الذى فى أسفل شكل (١٣) توزيع خطوط الضغط المتساوى (الايسوبارز) حول مركز الانخفاض ، كما يبين تيارات الهواء المختلفة حول الانخفاض الجوى .

ولقد أظهرت بحوث المشتغلين بعلم الطبيعة الجوية بجامعة القاهرة وجود جبهة انفصال مدارية تقع فى شمال أفريقيا ، وأطلق عليها اسم السطح (ف) — راجع شكل (٩) — . وهى تفصل بين أهوية البحر الأبيض المتوسط المعتدلة والرطبة نسبياً وأهوية شمال أفريقيا القارية الجافة . وعلى هذه الجبهة التى تنشط عادة فى أواخر الشتاء وفى فصلى

الربيع والخريف بسبب عظم تباين درجات الحرارة على جانبيها تتكون الانخفاضات الجوية الصحراوية التى تغزو الشرق الأوسط وتثير الجو فيه . ومن أشهر هذه الانخفاضات الجوية انخفاضات الخماسين .

وبجبهة التجمع المدارية هذه أهمية عظمى فى أعمال التنبؤ الجوى . وهى يمكن إظهارها على خرائط الطقس اليومية وكذلك تحديد معالمها ، حتى إذا ما ظهرت على جانبها الشمالى موجة من الهواء البارد الشرقى مقبلة من ارتفاع جوى على البحر المتوسط ، والهواء الساخن الشرقى فى الجنوب كان احتمال تولد الانخفاض الجوى الصحراوى على الجبهة هو احتمال كبير جداً .

وفى موسم الربيع قد تركب أنت القطار من القاهرة وهى إلى جنوب السطح ف ودرجة الحرارة فيها تقارب الأربعين ثم تمر بطنطا فإذا بدرجة الحرارة تنخفض فجأة وأنت فى طريقك إلى الإسكندرية بمقدار عشرين درجة ، وذلك بمجرد عبورك السطح ف الذى يكون فى هذه الحالة واقعاً بين القاهرة والإسكندرية . أوليس هذا من العجائب !

ويلعب انخفاض السودان الموسمى دوراً هاماً فى إمدادنا بالأهوية الحارة الشرقية التى تسود فى جنوب الجبهة ، ولذلك يمكن أن نعتبر من الوجهة التطبيقية أن ظهور حزام من الضغط المرتفع فى شمال الجبهة مع ذبذبة انخفاض السودان الموسمى إلى الشمال بحيث تظهر منطقة ضغط منخفض فى جنوب الجبهة على الصحراء الكبرى ، هو فى حد ذاته من أكبر علامات تولد الانخفاضات الصحراوية العرضية النشطة .

والانخفاضات الصحراوية من أعجب الانخفاضات فى طبيعتها ،

إذ ينقصها إلى حد كبير وجود بخار الماء اللازم لنشاطها . فالمعروف عادة أن نشاط الانخفاضات العرضية يقوم أساساً على تكاليف أبخرة المياه على الجبهات الساخنة والباردة ، ومن ثم انطلاق الحرارة الكامنة للبخر ، وهى أصلا كمية الحرارة التى استخدمت فى تبخير ماء البحر وتحويله إلى بخار ينتشر فى الجو * . أما فى الانخفاضات الصحراوية فإن الرمال المثارة الساخنة تمد الهواء بجزء كبير من الطاقة اللازمة لنشاط الانخفاض . ومن الملاحظ أن أغلب هذه العواصف تصل فيها سرعة الرياح إلى نهايتها العظمى عندما تبلغ درجة الحرارة نهايتها القصوى كذلك . وثمة مصدر آخر للطاقة هو إحلال الهواء البارد العلوى محل الهواء الساخن الذى قرب السطح .

وهناك حالات من الانخفاضات الجوية العميقة التى أثارت الجو فى بلاد العرب وحوض البحر الأبيض المتوسط ، وامتد أثرها شمالا إلى بحر البلطيق بسبب تولد انخفاضات جوية صحراوية على الجبهة ف هذه .

والحق يقال أن معالم هذه الجبهة تكاد تختفى بدخول الصيف ، إذ يصبح التيار الهوائى متجانساً إلى حد كبير أثناء دورته الشمالية من البحر الأبيض المتوسط إلى أواسط السودان حول انخفاض آسيا الموسمى الذى سبق ذكره . ولقد اهتمت الدول بأمر هذه الجبهة ف وراحت تدرسها دراسة مستفيضة .

* تساوى الحرارة الكامنة للبخر نحو ٦٠٠ سعر لكل جرام من الماء .

٩ — الجو ونقل الأغذية

من المعلوم أن نقل الأغذية والمنتجات الزراعية بصفة عامة يتطلب عناية أكثر من نقل المنتجات الصناعية ، وذلك نظراً لعدة اعتبارات أهمها أن الحاصلات الزراعية تكون فى الغالب أكثر ضخامة وأعظم حجماً بالنسبة لغيرها من السلع.

ورغم أن بعض المحاصيل الزراعية التى مثل الأرز مثلا يمكن أن تحتفظ بجودتها لمدة طويلة تحت ظروف خاصة ، نجد أن بعض المنتجات الأخرى مثل اللبن والفاكهة والخضر والزهور لا يمكن أن تظل على حالتها العادية الصالحة للاستعمال إلا لوقت قصير ، فهى معرضة للتلف السريع ما بين المنتج والمستهلك .

والمشاهد عادة أنه بمجرد أن يتم جمع المحاصيل الزراعية تتعرض هذه المحاصيل سريعاً لتغيرات فسيولوجية تسببها الأنزيمات التى تؤدى إلى تحلل هذه المحاصيل ، مما قد ينجم عنه فى النهاية تلفها تماماً بمضى الوقت . ومهما يكن من شىء فإننا نجد أن بعض المحاصيل تحتاج إلى هذه العمليات إلى حد كبير لكى تصل إلى حالة نضجها التام وطعمها المستساغ ، ومن أمثلة ذلك ثمار المنجة . والمعروف علمياً أن هذه العمليات كلها تتأثر بدرجات مختلفة تحت وطأة الحرارة أو الرطوبة أو هما معاً ، وعليهما تنصب أبحاث الطبيعة الجوية الخاصة بهذا الموضوع .

ولقد وجد عملياً أنه فى درجات الحرارة التى تزيد على ١٠ درجات

مئوية تتضاعف سرعة عمليات التعفن والتلف كلما ارتفعت درجة الحرارة بمقدار عشر درجات مئوية . ومعنى ذلك أنه إذا كانت الطماطم (القوطة) تظل فى حالة جيدة لمدة ٤٨ ساعة عند درجة حرارة ١٠ درجات مئوية ؛ فإنها لا تظل محتفظة بجودتها إلا لمدة ١٢ ساعة مثلا إذا ما وصلت درجة الحرارة إلى ٣٠ درجة مئوية .

أما تحت درجة ١٠ مئوية نجد أن هذه العمليات تتعطل إلى أن تصل إلى نهاية صغرى بين درجتى الصفر و ١٠ مئوية . وبطبيعة الحال تتوقف درجة الحرارة الصغرى هذه على نوع المحصول فى كل قطر .

والذى يحدث عادة أنه تحت ظروف النهاية الصغرى المثلى لأى محصول يتم التلف كذلك بالبرودة ببطء ، كما تتعقد عمليات التحلل الطبيعية . وعلى ذلك نجد أنه من اللازم أن تنقل المنتجات الزراعية فى درجات من الحرارة النموذجية التى يتم اختيارها بين النهايتين الصغرى والعظمى ، على أن يكون النقل بأسرع ما يكون قدر المستطاع .

وإننا لنجد رغم أن برتقال كاليفورنيا وأسبانيا وأيضاً الموز يتوفران لدى ربات البيوت على بعد آلاف الأميال من مناطق الإنتاج . وبالمثل فإن الزبدة واللبن الهولندى والأسترالى كلها تستعمل فى العديد من القارات . ويؤكل اللحم المنتج من الصين وجنوب أمريكا فى الشرق الأوسط ، كما يؤكل سمك جوينلدة فى كافة أرجاء أوروبا . وبطبيعة الحال يتم شحن هذه الأطعمة كلها تحت ظروف خاصة أو تكييف هوائى معين .

ولقد دلت نتائج البحوث المستفيضة التى أجريت فى هذا الميدان على أنه من اللازم أن يؤخذ فى الاعتبار تأثير العناصر الجوية من اللحظة التى

يكون فيها المحصول فى الحقل أو على الشجر حتى يصل إلى المستهلك ، ولا تقتصر الدراسة على فترة النقل فحسب .

وتتضمن الطرق المستخدمة اليوم لإطالة مدة حفظ الخضروات والفاكهة عدة اعتبارات مثل التهوية ، والتبريد ، والحفظ فى الثلاجات ، والمعالجة ببعض المواد ذات النشاط الإشعاعى .

ولا تكتمل الفائدة من التهوية فى حالة النقل البرى إلا إذا كانت درجة حرارة الهواء قريبة من درجة حرارة الحفظ النموذجية للحاصلات المنقولة . ولكن على أية حال تعمل التهوية على إزالة الغازات المنبثقة من المحصول نفسه . هذا وقد ينجم عن تراكم هذه الغازات عند نقل شحنة كبيرة من التفاح أو الفلفل الأخضر مثلا تلف المحصول .

ويستخدم التبريد عندما تكون درجة الحرارة الخارجية عالية . ويستعمل الثلج المجروش للمسافات القصيرة ، إلا أن لهذا النوع من التبريد مساوئه إذا ما تعرض المحصول للشمس وهو لا يزال مبتلا ، إذ أن ذلك يؤدى إلى التغير السريع فى طبيعة المحصول .

وفى السفن البخارية أماكن مخصصة للشحن . وقد تشحن المحاصيل على ظهر السفينة ، أو تحت مستوى سطح الماء فى غرف التبريد . وفى الحالة الأولى تتأثر المحاصيل بدرجات متفاوتة تحت وطأة التقلبات الجوية ودرجات حرارة سطح البحر وتياراته الأفقية والرأسية . وتؤثر التيارات المائية الرأسية المعروفة باسم مياه الانبثاق على ما تحمل السفن إلى حد كبير ، فتجعلها إما ساخنة أو باردة بالنسبة إلى الهواء المحيط بها . وتميل المواد الجافة أو القليلة الرطوبة إلى امتصاص أبخرة المياه المتصاعدة

من سطح البحر حتى إذا غلفت بالورق .

والجو أحد العوامل الأساسية التى تؤثر على قوارب صيد السمك وعمليات الصيد نفسها . والبحار منذ القدم مصدر من مصادر الثروة المائية ، وينبوع فياض من ينابيع الرحمن ، وعنصر أساسى فى ثراء كثير من الأمم . فهى خزائن للرزق الرغد والغذاء الذى يمكن أن يجلب دون سابق زرع أو رى أو حصاد ، حتى قيل إن من يرى سمكاً فى منامه فإن تفسيره رزق محقق ، وهى إلى جانب كل هذا مصدر للكساء والدواء والحلية . ويبلغ إنتاجنا طول العام لكافة أنواع السمك حول الخمسين ألف طن أو أزيد بقليل ، ولا تخرج أساطيل صيدنا إلى عرض البحر بعيداً عن الشواطئ ، بل تصاد ثلاثة أرباع هذه القيمة أو أكثر من بحيراتنا الممتدة على طول شواطئنا ، وكذلك من بحيرة قارون فى الفيوم .

ولقد كان ولا يزال البحر الأبيض المتوسط مصدراً من مصادر ثراء الأمم التى تقع عليه وللإسفنج الذى يصاد من البحر الأبيض شهرة عالمية ، وهو أكثر ما يصاد من شرق البحر المتوسط ومن أواسطه . ويقال إن مياه مصر من الإسكندرية إلى السلوم تنبت أفخر الإسفنج من حيث رقة النسيج ودقة الشعيرات ومتانة المادة . هذا ويبلغ السردين شواطئنا الشمالية أو هو يقترب منها كل عام فى أعقاب الفيضان ، وذلك فى حشود متتابعة .

ويحدث ارتفاع الماء من الأعماق بانتظام (الانبثاق) بعيداً عن السواحل فى أماكن عديدة فى عرض البحر . وحيثما تحدث هذه الظاهرة

تكون سبباً فى وفرة الحياة . فهناك من المصايد الكبرى ما يكون الأساس فى إنتاجها على صعود المياه العميقة إلى السطح . فشاطئ الجزائر يشتهر بمصايد السردين بسبب تصاعد المياه الباردة من الأعماق وتزويدها السطح بالأملاح اللازمة . وعلى غرار ذلك الساحل الغربى لمراكش .

١٠ ــ الأرصاد الجوية الزراعية

لكل من الطقس والمناخ تأثيره الخاص على الكائنات الحية ومنها النبات والحشرات المسببة لأمراض النبات . وأهم عوامل الطقس أو المناخ التي تؤثر على النبات عموماً هي درجة الحرارة ودرجة الرطوبة والإشعاع الشمسي ، ثم مدى تغيرها ومدى استمرار موجات الحر والبرد . وتؤثر هذه العوامل كذلك على التربة وما فوقها .

والمناخ هو العامل الأساسي الذى عليه يتوقف توزيع عالم النبات على سطح الأرض . فهناك بون شاسع بين الثلج الدائم الذى يغطى مناطق القطبين والأرض الخضراء المستهدفة لهبوب الرياح الغربية التي تسود المناطق المعتدلة والأرض الجرداء المعروفة بصحارى الرياح التجارية والغابات الكثيفة والأدغال الاستوائية التي تسببها حرارة وأمطار المناطق الحارة المستديمة .

أما الطقس فيرجع إليه نجاح المحاصيل ونموها أو العكس ، فلا يعزب عن البال أن النبات يبذر ثم يراعى بعد ذلك أثناء إنباته ونموه ويحصد بعد ذلك . وجميع هذه العمليات قد يعوقها الطقس غير الملائم . فقد يسبب يوم عاصف أو مطير إتلاف المحصول فى أى مرحلة من مراحله . ففى مصر مثلا يسبب هبوب الرياح الشديدة اقتلاع النباتات لنامية كالذرة أو القمح عقب الرى الذى قد تنتج عنه خسائر فادحة كما يحدث فى مزارع الموز . ومن المعروف مثلا أن موجات البرد الشديد

التى تعقب وضع البذور فى التربة قد تسبب تلفها وعدم نموها ، كما أن للبرد الشديد والصقيع تأثير سيئ على المحاصيل النامية ، إذ أن انخفاض درجة الحرارة يؤدى إلى تجمد السوائل الموجودة داخل الخلية وزيادة حجمها مما يسبب انفجارها أو فقد البروتوبلازم لصفاته الحية .

وأهم واجبات الفلاح المحنك أن يستعين قدر المستطاع بما يصادفه من أيام طقسها ملائم ، بينما يحاول الإقلال من أضرار الأيام ذات الطقس الردىء : فمثلا يمتنع عن الرى أثناء الرياح الشديدة ، ويغطى محاصيله بالأحطاب ، أو يطلق دخاناً فى اتجاه الريح ينتشر ويغطى المزارع مكوناً طبقة عازلة تحمى النبات من البرد والصقيع ، وخاصة فى مناطق تكون الصقيع فى مصر .

وتتضمن الأرصاد الجوية الزراعية كافة أوجه النشاط فى جميع أعمال الزراعة منذ الساعة الأولى التى تبذر فيها البذور إلى حين جمع المحصول . ولقد أدرك الإنسان الأول منذ أن هجر الصيد وراح يهتم بالزراعة مدى تحكم الأحوال الجوية فى إنتاج محاصيله ، فهو ولا شك إنما كان يقامر بمحصوله على المطر والرياح والصقيع والزمهرير إلخ . . .

وحتى عهدنا هذا تستخدم بعض الشعوب طرقاً بدائية فى التكهن بالأحوال الجوية لفائدة الزراعة . إلا أن الأرصاد الزراعية تعالج بالطرق العلمية السليمة مختلف المسائل المتعلقة بنمو النبات والبيئة المتحكمة فيه خلال فترة النمو ، ثم تأثير هذه العناصر على انتشار الأمراض والأوبئة التى تنتاب النبات أو تؤثر على نموه ، وكذلك عوامل البيئة التى تتحكم فى التربة التى هى بدورها نتاج مناخ سابق .

ولقد أظهرت التجارب التى أجريت أخيراً تحت إشراف العلماء المختصين الأهمية البالغة التى تكمن وراء التغيرات التى تحدث فى الطقس من عام إلى آخر . هذا كما أن التفاوت المشاهد فى إنتاج أى محصول بسبب الاختلافات التى تطرأ على الأحوال الجوية ما هى فى واقع الأمر سوى المحصلة الفعلية لجميع التغيرات التى تعانيها العوامل المتحكمة فى المحصول ، مثل : السماد ، وكيفية معالجة التربة ، ومقاومة الحشرات ، والتقلبات الجوية ونحوها .

هذا وتتوقف كمية البذور اللازم بذرها من أى نبات معين فى مساحة معينة من الحقل إلى حد كبير على الحالة الجوية قبل عملية البذر وخلاله . ولمثل هذه الاعتبارات كلها أصبح علم الرصد الجوى الزراعى لا يقل أهمية عن علوم الزراعة الأخرى المعروفة كعلم الأراضى والمحاصيل والكيمياء والمبيدات ونحوها . . .

وفى أية بقعة من الحقل يحدث المحصول السائد تغيرات هامة فى البيئة الطبيعية المحيطة به . وفى واقع الأمر نجد أن لكل محصول مميزاته الخاصة التى تصحبه وتسبب انحرافاً ظاهراً فى مناخ المنطقة بالنسبة إلى المناطق المماثلة لها والتى تجاورها من الأرض الجرداء أو المزرعة بمحصول آخر . ومعنى ذلك أن النباتات النامية فى أية بقعة معينة إنما تعكس صورة مباشرة وواضحة لمعالم مناخ تلك البقعة ، وكذلك ما قد ينتشر فيها من أوبئة وآفات زراعية ، ومدى إمكان استمرار هذا الانتشار .

ولقد ظهرت أهمية التعاون الدولى فى هذا الميدان إثر ما بدا من الحاجة الماسة للقيام بأبحاث فيه ، وكان لزاماً أن تقوم منظمات دولية تتعاون

على دراسة علاقة الأحوال الجوية بالمحاصيل الزراعية من كافة الوجوه .
ومن هذه المنظمات لجنة الأرصاد الزراعية الدولية التابعة للهيئة العالمية للأرصاد الجوية ، وهى التى تتولى تشجيع وتنظيم هذه الدراسات والبحوث كلها فى مختلف دول العالم . وعن طريق لجنة الأرصاد الزراعية الدولية هذه تم استخدام أحدث النظريات ، كما تم تطبيق آخر النتائج التى توصل إليها الباحثون فى كثير من أقطار العالم .

وإننا لنجد اليوم فى متناول أيدينا دراسات وافية عن تأثير الهضاب وسفوح الجبال وتواجد المدن والغابات . . . وظروف البيئة المختلفة على العناصر الجوية خلال الطبقة الهوائية القريبة من سطح الحقل .

هذا كما أن لدينا نتائج ممتعة حقاً عن الطريقة التى تتغير بها كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية مع الارتفاع عن سطح الأرض داخل الحقل ، وكذلك عن طبيعة هذه التغيرات كلها واختلافها من يوم إلى آخر ، بل ومن ساعة إلى أخرى ، وذلك فوق الأرض الجرداء تارة ثم فوق الأرض المزروعة ببعض النباتات تارة أخرى .

ومن المعروف علمياً أن كلا من التربة والحبة تحمل معها آثار الأجواء السابقة التى تعاقبت عليها . فالتربة التى هى نتاج مناخ سابق إنما تستجيب إلى الأمطار أو الفيضانات ، وأمواج الحر والبرد ، وعواصف الرمل أو الرعد ، التى تعاقبت عليها فى مختلف العصور حتى تم تكوينها ونضجها ، أما الحبة فهى تحمل بين طيات تركيبها الوراثى ما صادف سلالتها من أجواء فى الماضى القريب .

١١ ــ المطر الصناعى

أهم العناصر الجوية ذات التأثير المباشر على حياة الإنسان وثروته بعد درجة الحرا ة هو المطر . فهو مصدر المياه العذبة على الأرض ، وعليه يتوقف كيان الزراعة التى هى ينبوع الرخاء المستفيض ومورد الثرأوة الدائم منذ القدم .

والمعروف أنه إذا ما قلت كمية المطر عن معدلها فى إقليم ما أجدبت الأراضى وأقحلت المراعى ونفقت الماشية ، وقد لا ينصلح حال الإقليم إلا بعد سنوات . فى صحراوات مصر التى يرتادها الأعراب تبور الأرض ويعم القحط إذا قل المطر عن معدله .

ومهما يكن من شىء فإن أعمال الرى والرعى ، سواء كانت باستخدام المطر مباشرة أو بالأنهر والترع والقنوات ، تتوقف على ما تجود به السماء من مطر كل عام . ومنذ القدم عرف الإنسان البدائى قيمة المطر لحياته وحياة ماشيته ، فكان ولا يزال يعالج قلته وشحته بالسحر والشعوذة ، وفى كثير من الشعوب المتحضرة تستخدم الصلاة ــ ومنها صلاة الاستسقاء ــ لتجود السماء بالماء .

ولقد ثبت الاستسقاء بالكتاب والسنة ــ قال تعالى : « فقلت استغفروا ربكم إنه كان غفاراً يرسل السماء عليكم مدراراً »ــ . وكان الرسول (ص) يستسقى فيدعو الله تعالى . ومن دعائه : « اللهم اسقنا الغيث ولا تجعلنا من القانطين ، اللهم إن بالعباد والبلاد من الجهد والجوع

والضنك ما لا نشكو إلا إليك ؛ اللهم أنبت لنا الزرع وأدر لنا الضرع وأنزل علينا من بركات السماء وأنبت لنا من بركات الأرض واكشف عنا من البلاء ما لا يكشفه غيرك ، اللهم إنا نستغفرك إنك كنت غفاراً فأرسل السماء علينا مدراراً » .

هكذا عالجت أو تعالج الشعوب على اختلاف ما بينها من نزعات فكرية وثقافات علمية جفاف البلاد ، ولكن لأهل العلم الطبيعي مذهباً غير تلك المذاهب ورأياً بنود أن نكشف عنه ، خصوصاً وأن كميات المطر الشتوى فى شمال جمهوريتنا آخذة فى التناقص على النحو الذى سبق شرحه .

وحتى الآن يتلخص المقصود من المطر الصناعى فى محاولة (عصر) السحب العابرة القابلة للإمطار ، وذلك بتوليد حالات من فوق التشبع داخلها بطرق صناعية . والمعروف أن الهواء يحمل كميات متفاوتة القدر من بخار الماء ، ولكل درجة حرارة حد أقصى لكمية بخار الماء التى يمكن أن يحملها الهواء . ويحدث هذا القدر الأقصى حالة التشبع . وكلما انخفضت درجة الحرارة كلما قلت قدرة الهواء على حمل بخار الماء . ومعنى ذلك أن كمية بخار الماء اللازمة لتشبع الهواء إنما تقل كلما انخفضت درجة الحرارة ، ويتحول البخار الفائض عند التبريد إلى نقط من الماء على جسيمات خاصة صغيرة تسمى نويات التكاثف .

والمعروف علمياً كذلك أن بخار الماء اللازم لتشبع الهواء عند درجة حرارة معينة تتوقف على نوع نويات التكاثف المنتشرة فى الهواء . فعندما تكون هذه النويات سائلة يتطلب التشبع درجة من الرطوبة النسبية تساوى

نحو ١٠٠ فى المائة ، أما إذا وجدت فى الجو نويات تكاثف صلبة مثل جسيمات كلورور الصوديوم (ملح الطعام) فإن التكاثف يمكن أن يحدث عندما تكون الرطوبة النسبية ٧٥ فى المائة فقط أى أن الجو المشبع بالنسبة إلى الجسيمات السائلة يكون فى حالة من فوق التشبع إذا تواجدت فيه جسيمات صلبة صالحة للتكاثف . وهذا هو عين ما يحدث فى الإسكندرية مثلا فى الصيف عندما يتم تكاثف بخار الماء العالق فى الجو على الأشياء الصلبة القريبة من رذاذ البخر المتطاير مع الهواء ، فى حين لا تزيد الرطوبة النسبية على ٨٠ فى المائة . وأهم أنواع السحب الصالحة للاستمطار الصناعى هى السحب الركامية النامية — شكل (١٤) .—

ولما كانت مكونات مثل هذه السحب فى مناطقها السفلى والوسطى



شكل (١٤) سحب ركامية نامية

هى من نقط الماء الذى قد تنخفض درجة حرارته إلى ٣٠ د جة تحت الصفر مع بقائه فى حالة السيولة * . لعدم وجود نويات صلبة نجد أن السحابة وما فيها من بخار الماء تصبح فى حالة فوق التشبع إذا ما قذفت بمجموعة من نويات التكاثف الصلبة ، وعند ذلك يتكاثف قدر وفير من بخار الماء العالق فى جو السحابة ويتحول إلى نقط من الماء أو بلورات من الثلج أو هما معاً ، وهذا هو المقصود من عصر السحابة .

وجدير بالذكر كذلك أن نقط الماء فوق المبرد تكونُ عديمة الاستقرار ، بمعنى أنها تتحول كلها أو بعضها إلى بلورات من الثلج بمجرد ارتطامها بجسم صلب ، وهذا يزيد من حالات فوق التشبع فى المناطق التى تتواجد فيها النقط فوق المبردة داخل السحب الركامية . وأهم الطرق الصناعية المستخدمة لإنجاز ذلك هى :

١ ــ قذف بلورات من الثلج الجاف مباشرة بواسطة الطائرات أعلى السحب الركامية ، فإن هذه البلورات لا تلبث أن تهبط إلى المناطق الوسطى من هذه السحب حيث تتوفر نقط الماء فوق المبرد ، لتبدأ قصة سقوط المطر الصناعى .

وفى حالة المطر الطبيعى يحدث أن تتساقط بلورات من الثلج الموجودة فى أعالى السحب الركامية إلى المناطق الوسطى فيحدث فوق التشبع .

٢ ــ قذف مسحوق أو أبخرة يودور الفضة بدلا من بلورات الثلج ، أو حرقه بحيث يكون سحباً كثيفة ، وذلك إما بالطائرات أو مع التيارات

---

* يطلق عليها كذلك اسم النقط فوق المبردة .

الهوائية الصاعدة إلى مناطق تكون السحب ، ويتم ذلك بواسطة أجهزة خاصة بهذا الغرض أو بواسطة أفران لتوليد الأبخرة تعرف باسم (المولدات الأرضية) . ويودور الفضة من أجود نويات التكاثف الصلبة ، إلا أنه عندما تمر على قذفه (أو على توليد أبخرته فى الجو) أزمنة كبيرة فإنه يفقد كثيراً من خصائصه . ونشاطه كمساعد على التكاثف .

٣ — رش نقط من الماء أسفل السحب أو أعلاها ، فإن هذه النقط الصغيرة لا تلبث أن تنمو وتنقسم فى سلسلة متواصلة يكون من نتائجها حتما زيادة ، كميات النقط المتراكمة فى قاعدة السحابة . ويعقب ذلك نزول المطر . والسحب التى تغذى بهذه الطريقة لا تصل قممها عادة إلى درجات منخفضة أو أقل من الصفر .

ومجمل القول أنه لكل من هذه الطرق ظروفها الخاصة ونتائجها . فمثلا يمكن استخدام طريقة يودور الفضة فى حالة الهواء الصاعد أمام الجبهات الباردة — راجع شكل (١٥) — بواسطة الأجهزة الأرضية إلا أن المسألة إنما تتطلب إلى جانب ذلك تحديد مدى الاستفادة العملية من الطرق الصناعية والجزم بطريقة واضحة بأن المطر المتساقط إنما نجم عن الطريقة الصناعية المستخدمة وليس مما تجود به الطبيعة وحدها . وكل هذا يتطلب أجهزة خاصة ودراسات مستفيضة بدئ بها فعلا فى كثير من الدول .

ولقد أجريت منذ سنين بعض تجارب المطر الصناعى فى الباكستان ، واستخدم فى سبيل ذلك مسحوق ملح الطعام المستخرج من الجبال . وتدل التقارير العلمية على أن التجارب صادفت نجاحاً فى أغلب المناطق

الداخلية ، وهى التى وجد بالقياس أنها تنقصها كميات وفيرة من نويات التكاثف فى موسم الأمطار الموسمية ، وذلك بسبب بعدها عن البحر .



شكل (١٥) الهواء الصاعد أمام الجبهة الباردة

وهناك فى كثير من بقاع الأرض – مثل أمريكا – محترفون يقومون بإسقاط المطر صناعياً ، إلا أن طرقهم هوجمت من الناحية العلمية ، خصوصاً وأن نتائج أعمالهم كانت متضاربة ، مما جعل حكومة الولايات المتحدة الأمريكية تلجأ إلى تكوين لجنة فنية استشارية عام ١٩٥٣ ، الغرض منها دراسة أعمال هؤلاء المحترفين وتقدير مدى صلاحيتها ومبلغ نفعها بالنسبة إلى المزارعين والرعاة وغيرهم ، وكذلك من الناحية العلمية .

ولقد قامت هذه اللجنة بإعداد إحصائيات مطولة لمعظم التجارب التى أجريت فى أمريكا وفى الخارج . وفى الوقت نفسه قامت هيئتان بعمل مماثل بغية الوصول إلى جواب حاسم فى هذا الصدد ، ثم نشرت هذه الجهات الثلاث تقاريرها على الملأ . ولعل أوضح ما فى هذه التقارير

كلها بيان أن الآمال البراقة التى لاحت من بعض تجارب المشتغلين بالمطر الصناعى ، وعلى رأسها تجارب لانجمير وشفر عام ١٩٤٦ — ١٩٤٧ إنما هى مجرد آمال لا تبشر بالوصول إلى نتائج مؤكدة ، وكذلك الجزم بضرورة جمع المزيد من المعلومات المتعلقة بطبيعة السحب والهطول بوجه خاص ، والطرق التى يسلكها الجو فى حالات تلبد السحب بوجه عام .

ويلخص تقرير الهيئة العلمية الأولى ، وهو تقرير المجمع الأمريكى للرصد الجوى الذى صدر عام ١٩٥٢ ، خاصاً بالجهود العلمية التى بذلت فى العشر سنين السابقة ، فى اعتبار جميع المحاولات الخاصة باستمطار السحب حتى الآن مجرد تجارب علمية . هذا كما أمكن الجزم بأن الطرق المستخدمة حالياً تحتاج إلى تطوير ، إذ لا توجد على الأقل أسس قويمة يمكن الاعتماد عليها فى تقدير مدى نجاح كل تجربة على حدة من حيث الكم ، أى أنه يجب أن ترسم تلك التجارب مبدئياً بحيث تعطى أسلم النتائج وأوضحها . ويمضى التقرير فيقول :

إن هناك من الأسباب القوية ما يحملنا على الاعتقاد بأن التحسين الذى ننتظر إدخاله على عمليات بذر السحب إنما يتأتى أو يجىء عن طريق تجارب علمية صحيحة . ولهذا يجب تشجيع عمل مثل هذه التجارب بمؤازرة كل من يهمه الأمر .

أما تقرير الهيئة العلمية الثانية فهو التقرير الخاص بلجنة أرصاد المجمع القومى للعلوم ، ووقد نشر فى يناير عام ١٩٥٨ .

وأهم المسائل التى عالجها هذا التقرير موضوع مدى إمكانيات

البشر فى التحكم فى جو الأرض . ولقد أوصى التقرير بضرورة تدريب عدد وافر من الشبان المؤهلين علمياً للعمل فى الأرصاد وأبحاث طبيعة السحب من أجل خلق جيل ملائم ومدرسة متقدمة فى هذا الميدان تتعاون مع أقسام الجامعة التى تقوم ببحوث أساسية فى علوم الجو .

ونشر التقرير النهائى للجنة الاستشارية التى شكلتها الحكومة بعد ستة أشهر من تاريخ تقرير الهيئة الأولى .

وأهم ما أوصت به اللجنة فى هذا التقرير هو :

١ — ضرورة تشجيع أبحاث الخاصة بالأرصاد الجوية وما يدخل تحت طائلها على أوسع نطاق .

٢ — ضرورة توفر الإشراف العلمى السليم على هذه الأبحاث .

٣ — التوسع فى مجالات تخير الطرق والأهداف ، مع تقديم جميع التسهيلات المطلوبة من الجهات المعنية بالأمر .

ولقد لاحظ نفر من العلماء ممن درسوا التجارب وأحصوها ، أن متوسطات كميات الهطول زادت بما يعادل ٣٠ ٪ فى الأيام التى عولجت فيها السحب صناعياً على كميات الهطول فى الأيام التى لم تعالج فيها السحب صناعياً . وذلك خلال ثلاثة أعوام متوالية .

وسوف يواصل هؤلاء العلماء بحوثهم فى السنين القادمة للوصول إلى نتائج يمكن الاعتماد عليها على أية حال .

ومهما يكن من شىء فإن القرائن تدل كذلك على أن نتائج تغذية السحب العابرة على السهول والوديان المنبسطة هى نتائج مائعة غير واضحة المعالم تماماً ، أما فى المناطق الجبلية فإن العمليات تكون عادة ناجحة .

وينادى البرنامج الذى تقدمت به اللجنة الاستشارية المذكورة بضرورة زيادة التعمق فى دراسة الأسس العلمية الخاصة بعمليات التحكم فى الجو ، وذلك عن طريق مساعدة العلميين المشتغلين بطبيعة السحب وما يتصل بها . كما تبين اللجنة فى جلاء أنه ليس من شك فى أن النجاح النهائى المنتظر لطرق استمطار السحب صناعياً إنما يتوقف إلى حد كبير على ازدياد معلوماتنا الأساسية بالوسائل التى تتبعها الطبيعة فى تكوين المطر والثلج . وتنظر اللجنة إلى الطرق المستعملة الآن فى استمطار السحب نظرتها لمن يحاول الصيد فى الظلام سواء بسواء . ولكن ليس معنى ذلك أننا لم نتعلم شيئاً من الجهود التى بذلت أو أننا لم نكتسب أى خبرة فى هذا الميدان ، فالركب يسير ، ولكن علينا قبل كل شىء أن نتوصل إلى طريقة ناجحة لرصد الهطول الطبيعى وقياس كميات الهطول الصناعى .

وتتضمن برامج اللجنة كذلك دراسات مستفيضة (نظرية ومعملية وفى الحقل) تحت إشراف علماء الطبيعة الجوية والكيميائية والإحصاء الرياضى والهندسة ، إلى جانب المتخصصين فى الرصد الجوى . ويعقد الأمل على الاستمرار فى زيادة المتخصصين العلميين فى هذه الفروع الذين يعلمون دائبين فى ميدان المطر الصناعى .

وفى أحد المؤتمرات التى عقدت فى فبراير عام ١٩٥٨ خاصة بالمطر الصناعى تبين أن الحاجة لا تزال ماسة إلى :

١ — استنباط أجهزة دقيقة لقياس نويات التكاثف .

٢ — استنباط أجهزة دقيقة لقياس حجوم نقط المطر .

٣ — استنباط طرق سريعة وبسيطة لقياس الكميات الكلية لمحتويات

السحب من الماء ، وبخاصة السحب الركامية .

٤ — استنباط أجهزة لقياس الشحنات الكهربائية فى السحب ، وكذلك تيارات الهواء داخلها ومن حولها عند نموها .

وأهم ما تتضمنه الأبحاث العملية فى هذا الميدان ، هو دراسة مصادر المياه فى السحب . وتتضمن هذه الدراسة نوبات التكاثف وتوزيعها والدور الذى تقوم به ، وكذلك بلورات الثلج والطرق المؤدية إلى تكوينها ونموها . إلى جانب دراسة خصائص كتل الهواء التى تتولد فيها السحب المختلفة الصفات وبخاصة الركامية .

أما بحوث الحقل فهى أكثر مدى من بحوث المعمل وأوسع منها مجالا بدرجة عظيمة ، فهى تشمل مثلا :

١ — نوبات التكاثف الطبيعية ، ومصادر الكهرباء فى السحب وديناميكا السحب عامة .

٢ — دراسة أنواع السحب الصغيرة البسيطة فى سبيل معرفة ما يطرأ عليها تحت تأثير عوامل تغير الوقت ودرجة الحرارة والرطوبة وحجوم نوبات التكاثف .

٣ — دراسات نظرية على إحداث التكاثف ببلورات الثلج ونقط المياه مع مقارنة هذه الدراسات النظرية بنتائج التجارب التطبيقية فى الحقل فى كل مرة .

٤ — دراسة طبيعة الهبوط تحت عامل البذل الصناعى .

وعمد الأمريكيون فعلا إلى البدء بدراسة طرق الهطول التى تصاحب عواصف شاطئ المحيط الهادئ ، وقد استخدموا فى سبيل ذلك إرصاد

عناصر متعددة مثل :

(ا) كمية المياه التى تحتويها السحب .

(ب) درجة تركيز نويات التكاثف .

(حـ) معدل التغير فى مجال الأرض الكهربى .

(د) عناصر جوية قياسية ، كالضغط ودرجة الحرارة وكميات الهطول المتساقطة على مساحة واسعة ، بها شبكة كثيفة من محطات الرصد ..وبهذه الطريقة أمكن مضاهاة كميات الهطول الطبيعى بكميات المطر التى تتساقط صناعياً .

٥ — دراسة تأثيرات تيارات الشهب التى تدخل فيها الأرض من آن لآخر على عمليات الهطول فى الجو .

٦ — دراسة التأثيرات الطبيعية لتغذية السحب بأبخرة يودور الفضة من الطائرات ، وكذلك قياس كميات الهطول الصناعى فى مثل هذه الحالات . ولعلنا نهتم فى مثل هذه المرحلة بالذات ، بدراسة النتائج الطبيعية التى تنجم فى السحب بسبب تغذيتها بيودور الفضة من حيث نموها فى الاتجاه الرأسى ونمو مكوناتها . . . ولا ينصب اهتمامنا فى الوقت الحاضر على كميات المطر الصناعى التى تهطل منها . وقد تقودنا هذه الطريقة إلى صوغ نظرية سليمة تفسر التغيرات الطبيعية التى تمر بها السحابة أثناء نموها لتعطى المطر . وقد نعتبر تكون كهرباء السحب من الأسباب التى تعطى الهطول وليست نتيجة طبيعية لعمليات الهطول أو نمو مكونات السحب الثلجية أو المائية كما كنا نظن . ومثل هذه النقطة تحتاج إلى بحث مستفيض على الطبيعة (فى الحقل) .

٧ – استخدام الرادار فى تتبع نتيجة كل خطوة تخطوها أو كل تطور يطرأ داخل السحب . أما الدراسات الإحصائية فنجدها تتطلب استمرار جمع الأرصاد وتحليل عناصر الجو واستنباط العلاقات الطبيعية التى تربطها بعضها ببعض .

ومجمل القول أن معظم التجارب التى أجراها المحترفون أو الهواة على السحب من أجل استمطارها صناعياً لا تعطينا إلى يومنا هذا إلا بصيصاً من الأمل ، ولا تنبئ إلا عن خطوات وئيدة فى سبيل التقدم العلمى فى هذا المضمار إذا هى سارت على هذا المعمل نفسه بالطرق المستخدمة نفسها .

ولا يعنى ذلك قطع الأمل بتاتاً إذ نرى الجهات العلمية المختصة توصى – بعد دراسات مستفيضة – بضرورة الاهتمام بتجارب المطر الصناعى وتوسيع نطاق الخبرة فيها قدر المستطاع ، بتشجيع من الدولة ومؤازرة الجهات التى يهمها الأمر فى كل إقليم . والحق أننا سبق أن نادينا بهذا المبدأ وطالبنا بمسايرة الركب فى هذا المضمار الذى لا نعتبر أنفسنا متخلفين فيه بدرجة تضاهى عشر معشار تلك الدرجات التى تخلفنا فيها فى بعض فروع العلم الأخرى . فعلى الجامعة وغيرها من جهات البحث أن تهتم بهذا الأمر .

١٢ – السراب

السراب من أعجب ظواهر الطبيعة التى حيرت الإنسان منذ القدم . وهو يظهر فى السهول الواسعة الحارة والبحار الساخنة وحقول الجليد ، حيث يسود الهدوء ويشعر الإنسان برهبة الطبيعة .

وقديماً ظن الإغريق أن السراب من عمل إله الخوف لكى يرهب المسافر ، ولقد ذكر السراب فى كثير من الكتب القديمة على أنه شىء لا وجود له كالخيال يظهر فى السماء والجو ، وعند ما غزا نابليون مصر ذهل جنوده وكاد يستحوذ عليهم الجنون عند ما رأوا الواحات تفيض بالماء ثم تصبح أثراً لعين عند اقترابهم منها ، مما حمل علماء الطبيعة الفرنسيين على دراسة هذه الظاهرة بعد أن ظن القوم أن حرارة الجو كانت تذهب بعقولهم . وأظهر العلماء أن الصور التى يرونها لم تكن من ألاعيب الشياطين وحيلهم التى يخيفون بها البشر وإنما انعكاسات ضوئية لأجرام حقيقية . فأى جسم مادى يعكس أشعة الضوء فى كل اتجاه ، وتسير هذه الأشعة فى خطوط مستقيمة إذا كان الوسط متجانس الكثافة . أما إذا كان الوسط غير متجانس من حيث الكثافة مثلا كما هو الحال فى طبقات الجو السفلى الملاصقة لجو الأرض الساخن فإنها تنكسر إلى أعلى أو إلى أسفل أو إلى أى من الجانبين ، بحيث يمكن رؤية الأشياء التى تصدر عنها هذه الأشعة على مسافة غير بعيدة من سطح الأرض . والمعروف علمياً أن كثافة الهواء الساخن أقل من كثافة الهواء البارد ، ومن هنا ينشأ

الاختلاف فى معاملات الإنكسار للضوء وحيوده عن مساراته المستقيمة .
وكثيراً ما غرر السراب بالمسافر عبر الصحراء عند ما يتملكه الظمأ فيمم
شطر الماء الذى لا وجود له ! ومن أشهر أنواع السراب الذى حير
الملاحين قروناً برمتها سراب مضيق مسينا الذى يظهر بأكمل معانيه عند ما
يكون الجو حارّاً أو عند ما تسكن الرياح. فى مثل هذه الظروف الجوية
الخاصة تظهر مدينة لا وجود لها ، مما حمل القوم على خلق الأساطير من
حولها . ومن هذه الأساطير ما يدعى أن المدينة ملك لإحدى ملكات
الجن أو السحرة الذين يعيشون تحت الموج !! وهى مدينة تعج بالقصور
والممرات . وقد يعمد السحرة أحياناً إلى إخراجها فوق سطح الماء . ومن
العجيب أن وصف كثير من المسافرين هذه المدينة بالتفصيل وأدعوا
أنهم رأوا فريقاً من الناس يسيرون فى شوارعها !

والتفسير العلمى لهذه الظاهرة الجوية هى أنها مجرد انعكاس لمدينة
مسينا المجاورة يحدث فى طبقات الجو السفلى التى تعلوا سطح البحر
الساخن أو التى تتراكم فيها أبخرة المياه فى حالة الاستقرار أو الانقلاب
الحرارى ، لأن وفرة أبخرة المياه فى الجو تقلل من كثافته كذلك . وهناك
تفسير آخر يقول إن هذه المدينة ما هى إلا حالة من حالات التكبير
الجوى غير العادى أو امتداد للشاطئ وصخوره وأعشابه .

وقد يعطى السراب صورة مقلوبة رأساً على عقب كما هو الحال مع
برج إيفل . وأكثر ما يتكون مثل هذا السراب فى الماء البارد حيث
شاهد البحارة فجأة سفينة أخرى تظهر بالقرب من سفينتهم . وفى هذه
الحالة نجد أن أشعة الضوء بدلا من أن تنحى إلى أعلى عند مرورها

خلال حزمة من الهواء الساخن أو الرطب تنخفض إلى أسفل إثر ارتطامها بطبقة من الهواء أعظم كثافة بسبب برودتها النسبية .

وقد يحدث أن ترى الأشياء من وراء الأفق ، كأن ترى الشمس مثلا فى الأفق إثر غروبها أو قبل شروقها بثوانى معدودات ، وتشاهد نفس الظاهرة مع القمر والنجوم عند ما تكون قرب الأفق . وتعليل ذلك أن الأشعة الأفقية تقريباً تنحرف أو تخرج عن مسارها المستقيم بدرجة أكبر من الأشعة العمودية .

ولقد نجم عن هذا السراب الذى يخدع الناس برؤية أشياء بعيدة عن مدى البصر اختلاف الأساطير التى تتحدث عن المدن والبلاد المفقودة . ومن الجائز فى ظل هذا التحليل أن تكون قارة أطلنطى المفقودة التى يقولون إن الطوفان قد غمرها فى القدم ماهى إلا بعض أنواع السحب العابرة التى خدع سرابها الملاحين !

ومن أمثلة ذلك أيضاً بعض أرجاء الأرض التى تم اكتشافها من عرض البحر ثم ظهر أنه لا وجود لها . وقد كان الملاحون يقتفون أثر هذه الأراضى التى تظهر عليها التلال والوديان أو تجرى فيها الأنهر ، إلا أنهم عند ما راحوا يتتبعونها ويقتفون أثرها كانت تتغير وتتبدل أمام أنظارهم حتى تختفى بغروب الشمس . وربما تكون معظم هذه الأراضى من سراب ثلج البحر .

ويعلل بعض العلماء ظاهرة الأطباق الطائرة بأنها من ظواهر السراب كذلك رغم ندارتها ، وأن السبب فى تكوينها انعاكسات الأجسام اللامعة أو المضيئة إما صناعياً أو طبيعياً . وقد يلعب ضوء القمر دوره فى هذا الشأن .

١٣ – من عجائب الفضاء القريب

يستطيع الناس الذين يعيشون غير بعيد عن القطبين ، فيما لا يعدو خطى عرض ٤٥ درجة شمالا وجنوباً ، أن يروا السماء وقد غشتها ضياء أخاذة متلألئة . ويتكرر ذلك نحو عشر أو اثنى عشر مرة خلال العام الواحد . وإذا ما قدر لك أن نعيش خارج نطاق هذه الحدود فإنه لن تتاح لك فرصة رؤيتها بهذه النسبة العالية . ويطلق على هذه الضياء العالية اسم الفجر القطبي أو (الأورورا) كما قدمنا ، وعلة ذلك أن حدوثها يكاد يقتصر على المناطق القطبية ، على أن من العجيب أن قد شوهدت (الأورورا) هذه فى أماكن تمتد جنوباً إلى حيث تقع هافانا عاصمة كوبا . ومن أشهر ما شاهد الناس فى تلك الأرجاء الفجر القطبي الذى تم رصده فى فبراير عام ١٩٥٨ .

ويعرض الفجر القطبي أشكالا متباينة ، فكثيراً ما يرى على هيئة قواس قوس عظيم من الضياء التى تتذبذب ببطء ، وقد تنبثق عن هذه الأبحار هائلة على هيئة الإبر التى تبدو كالأنوار الكاشفة التى تمتد تجاه سمت الرأس . وقد يحدث أن تظهر الأنوار على هيئة ثوب كبير من القماش ينتشر عبر السماء ، ويتدلى كالستائر الملفوفة التى تترنح ببطء فى مهب الريح مغيرة بذلك من شكلها ولونها ! . وأحياناً يملأ نور الفجر القطبي السماء بأكمله – راجع شكل (٥) .

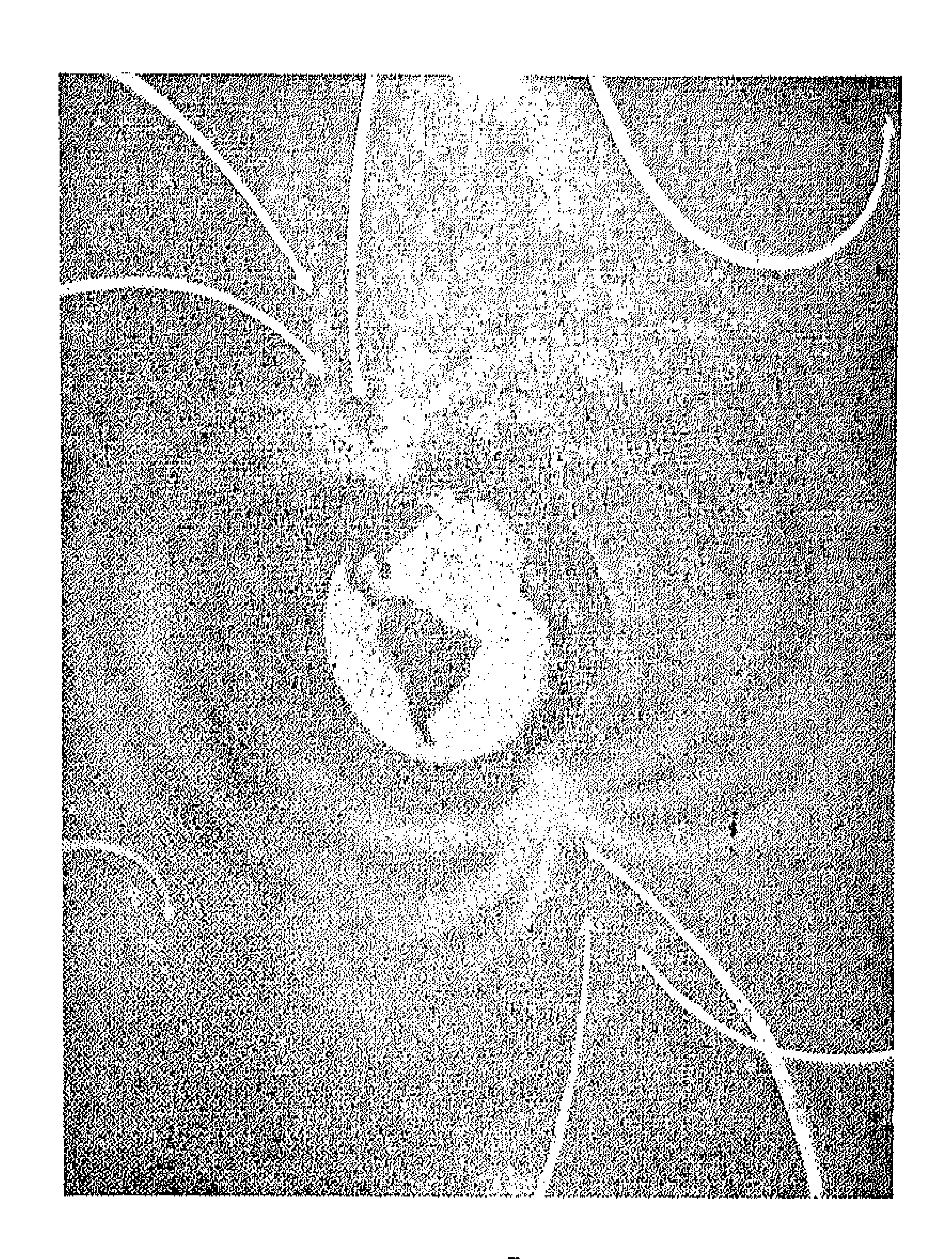
وبطبيعة الحال درس العلماء ظاهرة الفجر القطبي منذ زمن طويل

وتوصلوا إلى أنه عندما تتوهج الشمس خلال الفترات التى تنشط فيها وتكثر البقع الشمسية . (وهى براكين سطح الشمس) تطلق الشمس أكداساً مكدسة من الكهارب (الإلكترونات) ونوى العناصر . وتعبر هذه المجموعات الفضاء الكونى بسرعة تصل إلى عدة مئات الأميال فى الثانية الواحدة ، ويقترب بعضها من الأرض ، إلا أنه لكى تدنو من جوها وتتدلى فيه يجب أن تخترق تلك الكهارب مجال الأرض المغناطيسى .

ونحن لا نعرف تماماً شكل مجال الأرض المغناطيسى ومقدار قوته ، إلا أننا نعمد إلى قياسه بما نرسل من أقمار صناعية وصواريخ ، أو نقدره بالطرق النظرية المبنية على الحساب السليم قدر المستطاع . . والمعتقد على أية حال أن المجال المغناطيسى هذا تمثله حزم الضوء المرسومة فى شكل (١٦) . ويمكن ملاحظة أنه على طول المناطق الاستوائية تتحد خطوط قوى المجال المغناطيسى فى الفضاء القريب مع الأرض نفسها فى مركز واحد ، بينما ينحنى المجال قرب القطبين إلى أسفل حتى يصل إلى السطح . والعجيب أن أرصاد الأقمار الصناعية تشير إلى عدم وجود مجال كهذا من حول القمر .

ولا تستطيع الكهارب التى ترسلها الشمس أن تخترق حزام المجال المغناطيسى هذا بسهولة ما لم تكن طاقاتها عالية . والذى يحدث أن معظم هذه الكهارب يساير خطوط قوى المجال المغناطيسى بدلا من اختراقها ، فنراها تتبع خطوط المجال وتنساب معها . ولهذا السبب نجدها تميل إلى التراكم والتجمع عند القطبين المغناطيسيين للأرض .

والذى يحدث بعد ذلك أن الكهارب لا تصل إلى سطح الأرض ،



شكل (١٦) يمثل مجال الأرض المغناطيسى

وإنما تتصادم مع جزئيات الأيونوسفير وهى الطبقة المتأنية من غلاف الأرض الجوى وقد سبق ذكرها . والمعروف أنه ينجم عن هذا التصادم إعادة ترتيب الكهارب التى تتركب منها (الأيونات) السابحة فى منطقة الأيونوسفير . وعندما يعاد ترتيب الذرات داخل الأيون نجده يطلق بعض

الطاقة . وقد تكون هذه الطاقة المنطلقة على هيئة أشعة (إكس) أو الأشعة السينية ، أو حتى على هيئة ضوء عادى مختلف الألوان ، وهكذا نجد أنه عندما تصطدم الكهارب المنبعثة من الشمس بأيونات الأيونوسفير يعمل بعضها على طرد بعض كهارب الأيونات وزحزحة الباقى عن مكانه وبذلك تنطلق بعض الطاقة فى صورة الضوء المرئى . وتعطى الأيونات المختلفة ألواناً متباينة ، فمثلا ينجم عن جانب من أيونات غاز الأوكسيجين للون الأخضر ، كما تعطى بعض أيونات الأزوت اللون الأحمر ، وهكذا يتكون الفجر القطبى . ونحن لا نستطيع أن نجزم تماماً بالمدى الذى ننتشر إليه الأيونات متوغلة فى الفضاء الكونى القريب . ومن الجائز أن يتمكن العلماء باستخدام الأقمار الصناعية ومحطات الفضاء من تحديد امتدادات الطبقة المتأنية داخل الفضاء الكونى » . والذى حدث أن معالم تلك الأرجاء درست بالتفصيل عن طريق رصد الفجر القطبى نفسه إلا أن عصر الفضاء غير من طبقة هذه الدراسات وأحالها إلى قياسات مباشرة بالصواريخ والأقمار الصناعية .

ويذهب فريق من الناس (ممن يحاولون فى هذا العصر تفسير ما جاءت به الأديان من خوارق على أنها من سنن الطبيعة وقواميسها النادرة !) إلى أن الفجر القطبى هذا ما هو إلا ليلة القدر . ومثل هذا القول خاطئ بطبيعة الحال كما سبق أن ذكرنا ، فالفجر القطبى ما هو إلا ظاهرة طبيعية من الماجيب جو الأرض العلوى والفضاء القريب المحيط به .

وذهب بعض الناس إلى إمكان محاكاة الطبيعة وتقليدها فيما تصنع بالطرق العلمية ، والذى يدفعهم على ذلك إيمانهم بأن العلم لا يقف عند حد

معين . فلما كان مجال الأرض المغناطيسى تسرى خطوط قواه فى الفضاء المحيط بالأرض وتقترب من سطحها عند خطى طول صفر و ٣٠ درجة غرباً بسبب ميل المحور المغناطيسى للأرض بالنسبة لمحور دورانها ، كان من الطبيعى أن يفترض بعض الناس أن تفجير القنابل الذرية فى أعالى الجو يمكن أن يولد من الجسيمات الأولية المشحونة بالكهربية كميات وفيرة يحتجزها مجال الأرض المغناطيسى [١] . وينجم عن ذلك أن تتكون قشرة رقيقة من الإلكترونات (أو الكهارب) التى تغلف جو الأرض العلوى وتقترب من سطحها فى بعض الجهات .

هذا الرأى الخلاب من وجهات نظر عديدة تقدم به رجل يدعى نيقولا قسطنطين كريستوفيلوس ، وكان يرمى أولا وقبل كل شىء إلى استغلال النظرية الطبيعية المعروفة القائلة بأن الإلكترونات التى لها طاقات مناسبة يمكن أن تختزن بواسطة مجال مغناطيسى قوى ، وبذلك تدخر لاستخدامها عند اللزوم . وقد رأى نيقولا هذا أنه ما دامت الأرض يحيط بها مجال مغناطيسى قوى نسبياً فإن هذا المجال يمكن أن يحتجز الكهارب التى يصنعها البشر فى أعالى جو الأرض .

وكما قدمنا تحدث هذه الظاهرة فعلا فى الطبيعة ، لأن مجال الأرض المغناطيسى يدخر بين ثناياه جانباً من الكهارب التى ترسلها الشمس ضمن الإشعاعات الكونية .

وعندما تتجمع هذه الكهارب وتدخل جو الأرض الخارجى ، أو تدخل

---

(١) من خواص المجالات المغناطيسية احتباس الكهارب سريعة الحركة على طول خطوط القوى .

طبقة الأيونوسفير وخاصة حيث تدنو فتتدلى قرب القطبين ، تحدث ظاهرة الفجر القطبي – راجع شكل (١٦) – التى يلى ظهورها عادة انتشار العواصف المغناطيسية واضطراب الإذاعات اللاسلكية فى جو الأرض .

وعلى هذا الأساس تساءل العلماء : هل يستطيع البشر حقاً أن يصنعوا الحالات التى تؤدى إلى مثل ظهور الفجر القطبي ؟ وإذا كان الأمر كذلك فلابد من محاولة ذلك ضمن برنامج السنة العالمية لطبيعيات الأرض ، ولابد أن ظواهر جديدة وغريبة يمكن أن تشاهد من جراء ذلك ، وعندما أجرت الولايات المتحدة الأمريكية تجارب قنابلها النووية فى جنوب الأطلسى ضمن برامج آرجس تضمنت تلك البرامج اختبار مدى صحة آراء اليونانى كريستوفيلوس ، فعمدت إلى تفجير قنابلها من ارتفاع ٣٠ كليومتراً فوق سطح الأرض فى ٢٧ من أغسطس ثم فى ٣٠ من سبتمبر عام ١٩٥٨ ، حتى يمكن رصد ما ينجم عنها من ظواهر طبيعية فى الفضاء القريب أو فى جو الأرض على نطاق واسع يشمل سطح الأرض كله خلال السنة العالمية لطبيعيات الأرض . ولقد انبعثت إثر تلك الانفجارات كميات وكميات وفيرة من الكهارب السريعة ظل جانب وفير منها حبيس الفضاء القريب من الأرض على هيئة قشرة (هى قشرة آرجس كما تعرف اليوم) . ورصد العلماء وقدروامدى الاضطرابات الأثيرية التى نجمت عن ذلك بعد أن لمسوا ما حدث من شذوذ فى استقبال أنواع مختلفة من أمواج الأثير ومن بينها أمواج الرادار ، وظهر الفجر القطبي منيراً أعالى الجو ، وامتد إلى أسفل على طول خط قوى المجال المغناطيسى المار

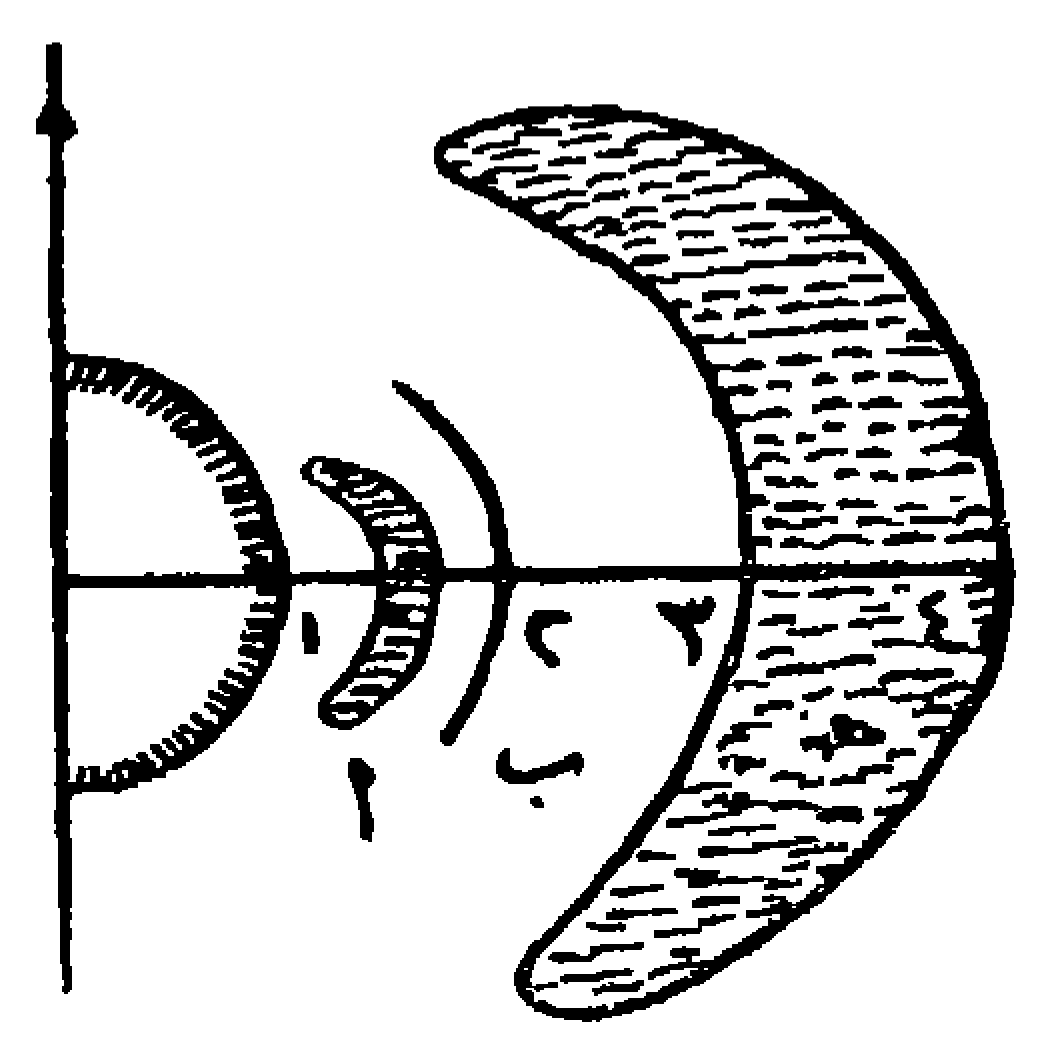
بنقطة الانفجار النووى ، مكوناً ألواناً من ظواهر الضوء . ورصدت الأورورا كذلك فى جزء الآزور حيث يعود خط قوى المجال المغناطيسى سالف الذكر داخلا جو الأرض ومقترباً من سطحها فى نصف الكرة الشمالى . هذا كله إلى جانب ما رصد من عواصف مغناطيسية فى الأماكن القريبة من مكان الانفجار .

ولهذه النتائج العلمية قيمتها العظمى فى الحروب لأنه عندما تفجر قنبلة نووية على ارتفاع مئات الأميال فى مكان يختار اختياراً علمياً ، يمكن أن تعطل أجهزة الراديو والرادار عن أداء وظيفتها فى مكان معين بالذات . فمثلا فيمكن أن يولد الانفجار النووى فى أقاصى المحيط الهندى فجراً قطبياً فوق شرق أوربا كما يعطل أعمال الإذاعة والاستقبال الأثيرى فيها .

وكان ضمن برامج الأقمار الصناعية رصد ما تحتجزه الطبيعة من مكونات الأشعة الكونية حول الأرض ، داخل أحزمة عرفت أخيراً باسم أحزمة فان آلين الإشعاعية ، وقد كشف أمرها القمر المستكشف رقم (١) الذى أطلق فى ٣١ يناير سنة ١٩٥٨ وكان يحمل معه عدداً من عدادات جيجر التى أعدها فان آلين ليقيس بها شدة الأشعة الكونية . واستمر إرسال الأقمار الصناعية حتى أطلق المستكشف السادس فى ٢٧ من يوليو عام ١٩٥٨ ليسبح فى مدار يميل بزاوية قدرها ٥١ درجة على خط الاستواء ، وأمكن الحصول على معلومات قيمة عن طبيعة درجة تركيز وتوزيع الإشعاعات الطبيعية ورصد القمر كذلك نتائج برامج آرجس ، وبذلك أمكن رسم الشكل الطبيعى لأحزمة فان آلين بالنسبة لقشرة آرجس ، كما قيست درجات تركيز الإشعاع فى كل بقعة منها على النحو الموضح فى

شكل (١٧) . ورسم أيضاً شكل المجال المغناطيسى للأرض .

ولقد استخدم فان آلين أجهزة صغيرة معقدة لقياس الأشعة الكونية ، تتكون أجزاؤها الرئيسية من أنابيب دقيقة من عدادات جيجر المعروفة ، مع آلات دقيقة لتعيين عدد الدقات التى تحدث وإرسالها فى صورة إشارات كهربية ، وغلف الرجل بعض هذه الأجهزة بألواح الرصاص حتى يقتصر رصدها على النوى ذات الطاقات الكبرى ، كما غلف



شكل (١٧)

الوضع التقريبى لقشرة آرجس بالنسبة إلى مناطق فان آلين التى تحتبس فيها الطبيعة الأسعة الكونية حيث :

ا — حزام فان آلين الداخلى .

ب — موضع قشرة آرجس .

حـ — حزام فان آلين الخارجى .

١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ هى أبعاد متساوية ويساوى كل بعد منها نصف قطر الأرض .

بعضها من ثلاث جهات فقط ، على أن تغذى إشارات كل جهاز منها محطة إرسال لاسلكية صغيرة لكى تلتقط الإشارة على الأرض . وعندما سمعت هذه الإشارات بدت فى جملتها كنغمات من الموسيقى الغربية غير المسلية ! !

وعندما انطلق المستكشف الأول ودرست الأرصاد التى جمعها لوحظ وجود ظاهرة غاية فى العجب : فوق الولايات المتحدة حيث اقترب القمر من سطح الأرض ماراً بالحضيض بلغ عدد الدقات أو الإشارات الكهربية معدلا قدره ٤٠ إشارة فى الثانية الواحدة ، ولكن قرب خط الاستواء حيث كان القمر يبلغ أقصى ارتفاع له ويمر بالأوج وصل المعدل إلى أقل قيمة له ، كما انعدمت الإشارات خلال دقيقتين ، مما حمل على الاعتقاد بوجود خلل فى الجهاز . وكثرت الاقتراحات لشرح تلك الظاهرة ، أى نقص المعدل ثم انعدامه فوق خط الاستواء . ولقد عزا بعضهم الأمر إلى تغير قيمة الإشعاع الشمسى مع خطوط العرض .

وعندما أطلق المستكشف الثانى ، ثم الثالث استنتج فان آلين أن أجهزة رصد الأشعة الكونية إنما تعطى قيماً معقولة طالما كان القمر الصناعى يحلق على ارتفاعات قريبة نسبياً من سطح الأرض (أى فى الحضيض من المسار) . أما عندما يدخل إلى أعماق الفضاء — حيث أوج المسار تزداد معدلات الضربات سريعاً . ثم لعلة لا يمكن التحكم فيها — تصل هذه المعدلات إلى الصفر ، ويظل الأمر على هذه الحال حتى يعود القمر إلى الارتفاعات الصغيرة مرة أخرى . وأخيراً وبعد جهد توصل الرجل إلى حل موفق : أن جهاز القياس عندما يتواجد فى أعماق الفضاء يفيض

بجرعات عظيمة من إشعاع معين — وهذا عيب من عيوب عدادات جيجر التى كانت تستخدم — فلا يستطيع الاستجابة لإنجاز عدد وفير من الدقات فى الثانية ، ويظل معطلا . وكان التفسير الطبيعى لكل ذلك أن الأرض تغلفها أحزمة من الإشعاعات الحادة التى تحتجز فى الفضاء القريب بواسطة المجال الأرضى المغناطيسى وتعترض هذه الأحزمة — راجع شكل (١٧) —طريق سفن الفضاء وتسبب الموت المحقق لمن فيها ما لم يتم عزل الأحياء عزلا كافياً .

وفى ضوء هذا الاكتشاف الهام اقترح أن تطلق بعض الأقمار لتسير فى مدارات تنحرف إلى الشمال وإلى الجنوب بالنسبة إلى مدارات الأقمار السابقة لها ، لأنها بذلك إنما تتيح فرصة عظمى لتتبع أرصاد برامج آرجس وجمعها . وأعلن فى صراحة أن الأحياء الذين يعبرون الفضاء الكونى مخترقين أحزمة الإشعاعات فيه لابد أن تتم عزلهم عزلا تاماً (١) ، وفى الأغلب لا يمكنهم البقاء على قيد الحياة أكثر من أيام معدودات وأن تلك الجسيمات الأولية النشطة التى تسبح فى الفضاء من وراء مناطق الفجر القطبى هى التى تفسر لنا ظواهر الفضاء القريب وعجائبه .

وحتى ذلك الحين لم يكن فان آلين قد كشف سوى الطبقات الدنيا

---

(١) درست روسيا هذه الناحية ونواحى أخرى بما أطلقوا من سفن الفضاء التى تحمل بعض الكائنات الحية ، وأهمها سفينة الفضاء التى أطلقت فى أبريل ١٩٦١ ثم أعيدت هذه السفينة إلى الأرض بعد أن أتمت دورة كاملة حولها فى الفضاء الخارجى . وتعتبر هذه الرحلة وما أعقبها بمثابة آخر مرحلة قبل سفر الإنسان فى مركبات الفضاء ومحطاته .

لتلك الأشعة المتجمعة الفتاكة ، فشرع يرسم الخطط لدراسة طبقاتها العليا باستخدام مجموعة الأقمار التى أطلقت فى خريف عام ١٩٥٨ حتى شهر ديسمبر من السنة ذاتها ، ووصلت إلى ارتفاعات تراوحت بين ٧١ ألفاً و ٦٣ ألفاً من الأميال . وعندما تم تحليل أرصاد تلك الأقمار ثبت وجود حزامين من الأشعة المركزة بينهما منطقة من الإشعاعات غير المركزة نسبياً ، كما ثبت أن قوام الحزام الخارجى جسيمات أولية ضعيفة إلى حد ما ، وقد تكون من البروتونات والإلكترونات التى ترسلها الشمس . وينحنى الحزام إلى أسفل ويتدلى عند طرفيه ويدنو من الأرض وجوها فى صورة هى أشبه بقرن الثور الذى يدخل الغلاف الجوى قرب القطبين المغناطيسيين للأرض على النحو الممثل فى شكل (١٧) .

وعندما اقتربت الأقمار الصناعية من القمر الطبيعى ، وعندما أرسلت الكواكب الصناعية لتدور حول الشمس على مسافات ربت على ٤٠٠ ألف ميل من الأرض ، دلت الرسالات الملتقطة منها بصفة قاطعة على أن حزام الأشعة الخارجى لا تنتهى حدوده عند سطح معين من الخارج ، بل هى تمتد إلى مسافات سحيقة فى أعماق الفضاء ، ويأتى من ورائها مناطق أخرى على هيئة أنهر تجرى من الكهارب والنوى الحديثة الانبعاث من الشمس .

مجمل القول أن الفضاء الكونى القريب ليس فراغاً تاماً كما قد يتبادر إلى الذهن ، ولكنه يفيض بالأسرار والغوامض وتحفه الأهوال التى ذكرنا جانباً منها . ويبدو أن أمراً ما يحدث للمشس فترسل أسراباً من الإشعاعات الكونية والطاقات الأثيرية التى تهتز لها أحزمة الإشعاع من حول الأرض ،

وكذلك أحزمة التأين فى الأيونوسفير ، تماماً كما يهتز سطح البحر فى مهب عاصفة هوجاء .

والمعروف علمياً أن عدد البقع الشمسية التى هى دليل النشاط الشمسى إنما يتغير . من عام إلى آخر بطريقة دورية قوام فترتها نحو ١١ سنة على وجه التقريب .

والبقعة الشمسية عبارة عن دوامة عظمى من مواد الشمس لها صفات العاصفة . وعندما يصل عدد هذه البقع إلى النهاية الصغرى تسمى الشمس هادئة . ولقد درست الشمس خلال أوج نشاطها عامى ١٩٥٧ و ١٩٥٨ ، كما رصدت كافة الظواهر التى تبعت هذا النشاط فى جو الأرض (خلال السنين العالمية الأخيرة بطبيعيات الأرض) ، وأعقب ذلك أن فكر العلماء فى عمل دراسات تكميلية ومماثلة إلى حد كبير فى حالة هدوء الشمس وتتضمن هذه الدراسات رصد الشمس ، ورسم خرائط للبقع التى تظهر على سطحها ، ورصد وتصوير معالم الفضاء ، والقمر القطبي ، والأيونوسفير ، وتخصيص بعض الأيام العالمية لقياس عناصر جوية معينة على كل سطح الأرض ، وقياس الجاذبية والمغناطيسية الأرضية ، والأشعة الكونية ، والإشعاع الشمسى عموماً .

وتم الاتفاق على إنجاز هذه البرامج كلها على مقياس عالمى ، بحيث تبدأ من أول يناير عام ١٩٦٤ وتنتهى فى آخر ديسمبر عام ١٩٦٥ ، وأطلق عليها اسم (السنين العالمية للشمس الهادئة) . وتهدف هذه البرامج كذلك إلى الاهتمام بنقط ثلاث هى : (١) توضيح الظواهر التى يقتصر ظهورها على فترات حضيض النشاط الشمسى ، (٢) مقارنة البيانات التى

يتم جمعها بما يماثلها فى فترات أوج النشاط ، (٣) رصد وتسجيل الظواهر الشمسية التى قلما تتأثر بعوامل خارجية .

وعندما استخدم الفلك اللاسلكى لأول مرة اكتشف العلماء وجود تغيرات عظمى فيما ترسله الشمس من أمواج اللاسلكى . وتزداد هذه الأمواج بشكل ظاهر عندما تظهر البقع الشمسية الكبرى على قرص الشمس. ولقد أطلق العلماء على الزيادات الكبرى هذه اسم(الانفجات) وهى ذات أهمية بالغة .

وكذلك شاهد العلماء إلى جانب هذه (الانفجارات) وجود سلسلة متتابعة من الزيادة والنقص البطيئين فيما ترسله الشمس من موجات بين الحدين ٣ و ٥٠ سنتيمتراً . وتلازم هذه السلسلة ظهور واختفاء البقع الشمسية .

ودلت التحليلات الإحصائية لقياسات شدة الإشعاع الشمسى على على وجود مركبتين إحداهما مركبة الإشعاع الحرارى من الشمس الهادئة ، والأخرى مركبة بطيئة التغير ترتبط عن كثب بمساحة البقع الشمسية المرصودة

ولقد أثار اكتشاف هذه المركبة البطيئة التغير عدداً من الأسئلة مثل : ما هى طبيعة هذا الإشعاع ؟ هل هو حرارى ناجم عن تصادم الكهارب حسبما اتفق مع النوى المنطلقة فى جو الشمس المستعر ؟ أم هو نتيجة عملية أكبر ، تتضمن حركات منتظمة للكهارب ؟ وهل يصحب أو من الضرورى أن يلازم شيئاً ما نستطيع أن نراه بأعيننا على الشمس ؟

١٤ ــ أسفار الفضاء

إن وسيلتنا الوحيدة لإنجاز أسفار الفضاء هي المحرك الصاروخي الذي يعمل كما قلنا بمبدأ رد الفعل ويحمل معه الوقود والأوكسيجين اللازمين لتوليد طاقة الحركة ، وهو لا يحتاج إلى وسط خارجي على الإطلاق ، بل العكس صحيح ، فإن انعدام الوسط المادى الخارجى معناه انعدام المقاومة .

ويمكن أن تقارب سرعة الصاروخ سرعة انبثاق الغازات المحترقة من محركه إذا ما استمر هذا الأخير يعمل مدة كافية ، وعندها نقول إن الصاروخ ينجح تماماً فى تحويل الوقود إلى طاقة حركة ، ومن هنا ظهرت فكرة تعدد المراحل فى أسفار الفضاء . وتكاد تنحصر وظيفة الصاروخ الأول ــ أو المرحلة الأولى ــ فى إكساب المجموعة سرعة عظيمة ، وبذلك تزيد من درجة نجاحها فى تحويل الطاقة المدخرة كوقود إلى طاقة حركة .

وعندما تنفصل المرحلة يقل الوزن الكلي للمجموعة بالنسبة إلى ما تحمل من وقود ويصبح من اليسير الوصول إلى السرعة النهائية فى فترة قصيرة وبعد جهد قليل .

ونظراً لأن المراحل الأولى فى أسفار الفضاء تتطلب قدراً عظيماً من الوقود للتغلب على قبضة الأرض أو جاذبيتها ، فقد فكر العلماء كذلك فى أن يكون الانطلاق بعيداً عن سطح الأرض وقوة جاذبيتها الكاملة ، وذلك من محطات الفضاء التى سوف يتم تصميمها بحيث تلائم استقبال الصواريخ المرسلة إليها من الأرض وهى محملة بالزاد والعتاد ، وكذلك تلائم

إطلاق سفن الفضاء نحو أجرام السماء المختلفة . وسوف تسبح تلك المحطات على بعد مناسب من سطح الأرض ، أى فوق غلاف الأرض الجوى الكثيف الذى يقاوم الحركة ، هذا كما يلزم أن تكون هذه المحطات على أبعاد أقل من تلك التى تتوفر فيها الأشعة الكونية أو تظهر فيها أحزمة فان آلين الإشعاعية . والمعتقد أن أصلح ارتفاع يمكن أن يحقق الغرضين معاً هو نحو ٢٥٠ كيلومتراً فوق سطح الأرض .

ونحن عندما نتحدث عن أسفار الفضاء لابد أن نذكر موضوعين هامين هما (انعدام الوزن) ،و (إعداد الأفراد للسفر عبر الفضاء) . والحق أن كثيراً منا يسيء فهم هذين الأمرين ، لهذا سوف نشرحهما بالتفصيل .

فقد يتصور البعض أن انعدام الوزن فى رحلات الفضاء معناه الوصول إلى منطقة معينة داخل أو خارج نطاق غلاف الأرض الجوى تختفى فيها معالم جذب الأرض وتصبح صفراً .

ولا يمت هذا التصور إلى الحقيقة بصلة . فقوانين نيوتن التى تعتبر أول ما عبر به علمياً من الجاذبية تقول بأن كل جسم مادى مثل الأرض إنما يجذب أى جسم آخر مثل سفينة الفضاء وما فيها بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الكتلتين (أى كتلة الأرض فى كتلة السفينة)، وعكسياً مع مربع المسافة بينهما .

ومثل هذا التناسب معناه أن الجاذبية ، ومن ثم الوزن لأن الوزن ينتج عن قبضة الجاذبية للأجسام ، لا يمكن أن تكون صفراً إلا على مسافة لا نهائية فى البعد ، أى فى ما لا نهاية بالنسبة إلى مركز الجذب وهو

فى هذه الحالة مركز الأرض . أما على أبعاد الكواكب وسائر مجموعتنا الشمسية فلا يمكن أن يكون الوزن صفراً .

والذى يحدث فعلا هو أن تتعادل الجاذبية مهما صغرت (أو الوزن) مع قو أخرى هى القوة الطاردة المركزية الناجمة عن الحركة فى مسار مقفل دارى أو شبه دائرى . وعندما تتعادل القوتان تماماً نكون قد حصلنا على حالة انعدام الوزن ، ولا تتغلب فى هذه الحالة قوة على أخرى رغم وجودهما فعلا معاً .

ويقول نيوتن كذلك إن كل جرم فى الكون يجذب أى جسم آخر كأنما تركز مادة كل منهما بأسرها فى مركزه . وعلى ذلك فبؤرة جذب الأرض هو مركزها ، وكذلك الحال مع القمر وسائر أجرام السماء وتختلف الجاذبية باختلاف البعد عن المركز . ولهذا السبب نجد أن الكواكب نظراً لاختلاف أنصاف أقطارها وتباين كتلها أو المادة التى جمعتها تكون لها جاذبية مختلفة على سطوحها . فجاذبية القمر عند سطحه مثلا سدس الجاذبية عند سطح الأرض . وتكاد تعادل الجاذبية عند سطح الأرض مقدار الجاذبية على سطح زحل رغم عظم الفرق بين حجمى زحل والأرض . والسر فى ذلك أن تأثيرات الكتلة والبعد عن المركز تتعادل فى الحالتين :

ولقد حاول العلماء عمل جاذبية صناعية داخل سفن الفضاء التى تسبح فى أفلاك مقفلة عند انعدام الوزن وذلك بجعلها تدور حول محاورها لتصنع قوة طاردة مركزية على النحو الذى سبق أن شرحناه فى (اقرأ) رقم ١٧٨ بعنوان «الصعود إلى المريخ» ، وعندها يكون تحت السفينة معناه إلى خارجها وفوقها معناه إلى داخلها مثلا ! وذلك بطبيعة الحال بالنسبة

إلى محور الدوران ، ويعوض ذلك ركاب السفينة من البشر ما ألفوه على الأرض من وقوع الأشياء إلى أسفل ، أى نحو مركز الأرض إذا ما تركت حرة طليقة . وهناك حلول أخرى مثل استخدام قوى الجذب المغناطيسية على أن يلبس الركاب أحذية من الحديد . .

وتكاد تتركز نقطة الضعف الحقيقية فى موضوع أسفار الفضاء اليوم فى العنصر الإنسانى ، وذلك لأنه من صعب أن نقدر تماماً كيف يتصرف كل شخص وهو يسبح فى الفضاء الكونى .

وتدرس أغلب المشكلات التى يثيرها السفر بالصواريخ من الوجهة التطبيقية ضمن برامج مدارس طب الفضاء ، حيث تتم دراسة تأثير العجلات الكبرى التى يتعرض لها المسافر ، خصوصاً خلال اللحظات الأولى من الانطلاق . وعادة يعرض الأشخاص لقوة طاردة مركزية تزاد إلى ما يعادل أضعاف قوة جذب الأرض . وفى أثناء ذلك يقاس النبض ، والتأثيرات العضلية ، ومعدل التنفس ، وبعض العمليات الأخرى الحيوية .

ويدرب رجال الفضاء على ابتكار التمارين التى تتيح لأجسامهم اللياقة البدنية لكى يتمكنوا من حل مشكلات السفر عبر الفضاء . والمفروض أن يقاوم رجل الفضاء العقبات بشتى الطرق ، وعلى رأسها قوة الإرادة . ومن وسائل الرياضة التى يستعان بها السباحة ، والجرى ، هذه الحالات تقديرات سريعة تتم فى لمح البصر للظرف الطارىء مع أتخاذ ظاهر ، والتعرض للمفاجآت ومن الضرورى تحريم التدخين وشرب الخمور على رجال الفضاء .

وفيما عدا ذلك ليس هناك مظهر غير عادى فى مجرى حياة رجل

الفضاء ، فهو يختار من بين المتوسطين من جيله . وخير الأعمال التى تلائم رجل الفضاء أن يبدأ حياته كطيار ، خصوصاً فى الطائرات المقاتلة ، وذلك حتى يتعود على العجلات العظمى والسرعات الكبرى ، ويكتسب الخبرة الخاصة بالتوجيه الذاتى فى الفضاء ، والتفاعل السريع والدقيق فى نفس الوقت ، وينمى العقل المتنبه الحذر فى المواقف الحرجة . ويدرب على الهبوط بالمظلات .

وكثيراً ما يحدث ما ليس فى الحسبان أثناء التحليق ، وتستلزم مثل القرارات الحاسمة للعمل .

والملاحظ على أية حال أن الطيار المقاتل يكون لنفسه أثناء تمرينه اليومى نوعاً من القياس للتفاعل الذاتى . ويتحد التفكير والتنفيذ ، ويبلغان من الاتحاد والاندماج الدجة التى يحاول معها المرء عبثاً فى أغلب الحالات أن يحدد أيهما بدأ أولا — التنفيذ أم الفكرة الدافعة عليه ؟ — . هذا كما أن هناك أيضاً قدر كبير مشترك بين فنون تصميم سفن الفضاء والطائرات النفاثة الحديثة .

ومن أهم أغراض هذا الإعداد توفير سكان محطات الفضاء المزمع تشييدها فى الفضاء القريب من الأرض ، ليسلكوا فيها حياة طبيعية ، والانزلاق على الجليد ، والغوص فى الماء إلى أعماق يزداد فيها الضغط بشكل ويعقب ذلك خطوة الرحيل إلى العوالم الأخرى القريبة كالقمر والمريخ ، والزهرة بعد أن تكون معالم الطريق قد درست عبر الفضاء الكونى .

١٥ ــ الوصول إلى القمر

هناك عدة نظريات تتعلق بأصل القمر ، فمنها ما يقول بأنه انفصل عن الأرض فى عهدها الأول وأن مكانه هو المحيط الهندى. ومنها مايذهب إلى أنه من بقايا أحد الكواكب القديمة التى كانت ضمن أفراد المجموعة الشمسية ثم انفجر وتناثرت أجزاؤه ، وجمعت الأرض منها مادة القمر تحت تأثير مجال جاذبيتها . والمتفق عليه بين جمهرة العلماء على أية حال أن كثافة مادته تقارب فى المتوسط كثافة الصخور التى تتكون منها قشرة الأرض الصلبة .

ولا تزن الأشياء على القمر إلا سدس وزنها على الأرض ، وذلك بسبب صغر جاذبيته بالنسبة إلى حجمه وكتلته . ونحن لا نرى من القمر إلا وجهاً واحداً فقط لأنه يكمل الدورة الكاملة حول محوره فى نفس الوقت الذى يتم فيه دورانه من حول الأرض .

وعندما نسلط عليه المناظير الفلكية المكبرة تظهر على سطحه بوضوح الوديان الواسعة الداكنة اللون ، وفوهات البراكين القديمة التى لا تشبه فوهات براكين الأرض ، والتى ربما شيدتها النيازك والشهب التى ترتطم بسطح القمر ، كما تظهر الجبال العالية التى تشرق الشمس على قممها أول ما تشرق ، فتضىء بوضوح قبل أن تضىء الأماكن المنخفضة المحيطة بها .

وعندما يصير القمر بدراً نستطيع أن نميز على سطحه خطوطاً لامعة

تمتد من بعض تلك الفوهات ، ويتراوح اتساع الخط منها بين ١٥ و ٢٥ كيلومتراً ، إلا أنها تمتد عبر آلاف الكيلومترات مخترقة الجبال والوديان فى خطوط تكاد تكون مستقيمة .

وفى بادئ الأمر ظن الفلكيون أن وديان القمر الداكنة اللون هى بحار على غرار بحار الأرض ، وراحوا يطلقون عليها أسماء مختلفة ، مثل بحر الرحيق ، وبحر الرغد ، وبحر الصفاء أو الهدوء ، إلا أن المناظير الدقيقة أظهرت هذه البحار على حقيقتها كمساحات واسعة منخفضة قاحلة . وأعلى جبال القمر هو جبل نيوتن الذى تصل قمته إلى علو نحو ٧٥٠٠ متراً .

وبطبيعة الحال تبدو السماء من على سطح القمر بخلاف ما تبدو عليه من على الأرض ، وذلك نظراً لانعدام الغلاف الجوى هناك ؛ إذ تظهر النجوم البعيدة والنجوم الخافتة الضياء ، وبذلك يتضاعف عددها فى السماء للعين المجردة . ولمثل هذه الأسباب يتوقع العلماء أن تكون محطات الرصد على القمر ذات فائدة عظمى تساعد على تقدم علم الفلك بخطى واسعة وتعين على دراسات السماوات دراسة وافية مستفيضة . ومن هنا جاء التسابق على الوصول إلى القمر .

وفى مستهل عصر الفضاء راح العلماء يحاولون تصوير سطح القمر من على بعد صغير جداً باستخدام سفن الفضاء المعدة بآلات التصوير والإرسال ، بحيث تظهر معالم السطح واضحة عليه تمهيداً لإمكان نزول الإنسان عليه سالماً بآلاته ومعداته .

والحق أنه منذ فترة غير قصيرة من الزمان اتجه اهتمام العلماء إلى القمر بوصفه أقرب الأجرام السماوية إلينا ، وراحوا يأخذون الأرصاد

الخاصة بسطحه ومعالمه ، إلا أنها كانت تؤخذ كلها من على سطح الأرض ، ويشرف عليها الاتحاد الفلكى الدولى. ولقد اشتركت فى تنفيذ هذا البرنامج كثير من الدول من بينها الجمهورية العربية المتحدة .

وما أن بزغ فجر عصر الفضاء حتى أرسل العلماء الروس فى ١٣ سبتمبر عام ١٩٥٩ سفينة (لونيك ٢) إلى القمر ، إلا أنها ارتطمت بسطحه فى وادى بحر الهدوء . وفى الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٩ نجح لونيك ٣ فى تصوير نحو ٧٠ فى المائة من الوجه الآخر للقمر من على بعد ٤٠ ألف ميل ، وتم إرسال الصور كلها إلى الأرض حيث التقطتها أجهزة الرصد المعدة لذلك .

وفى صباح يوم ٢ فبراير عام ١٩٦٤ أطلقت أمريكا سفينة الفضاء (رينجر ٦) أو الرجال ٦ لجمع معلومات عن سطح القمر ، إلا أنها ارتطمت به قبل أن ترسل أجهزة التليفيزيون التى بها الصور اللازمة إلى الأرض . وكان المفروض أن ترسل تلك الصور خلال الدقائق العشرة السابقة للارتطام ، كما كان المقدر أن ترسل آخر صورة قبل الارتطام بثانيتين فقط .

وعاود الأمريكيون الكرة بنجاح فى ٣١ يوليو من نفس السنة عندما أرسلوا سفينة الفضاء (رينجر ٧) التى بعثت إلى الأرض أول تفاصيل دقيقة لوجه القمر المضىء أو المواجه للشمس من على بعد صغير جداً أثناء الدقائق الأخيرة من رحلتها الناجحة . ولقد التقطت أجهزة التليفيزيون التى بالسفينة نحو ٤٣١٦ صورة قبل أن ترتطم بالسطح . وبديهى أن هذه الصور سوف تؤدى فى مجموعها بعد إتمام دراستها إلى تقدم ملحوظ

فيما يختص بمعلوماتنا عن القمر . وتعتبر هذه المعلومات بمثابة أكبر نصر أحرزته البشرية بعد اختراع المنظار الفلكى المكبر على يد غاليلنو .

وجدير بالذكر أن هذه الصور قد تم التقاطها من على مسافات يقدر أغلبها بمئات الأميال فقط من سطح القمر ، وذلك بعد أن انطلقت السفينة فى مسارها المرسوم تماماً. ومن المنتظر أن تكون النتائج المترتبة عليها بمثابة الخطوة الأساسية فى الوصول إلى القمر فى المستقبل القريب طبقاً لمشروع (رينجر) الذى رسمته الهيئة القومية للملاحة الجوية وعبر الفضاء بأمريكا .

ويهدف هذا المشروع كذلك إلى إرسال أجهزة علمية باستخدام سفن الفضاء ، وإرسائها على سطح القمر لتقوم بقياس العديد من العناصر ، مثل الضغط الجوى ، وكثافة الإشعاع الشمسى ، ودرجة الحرارة ، وأسراب الشهب ، وهزات القشرة ، والجاذبية ونحوها . . .

ولقد أمكن الجزم حتى الآن بأن البحار المسطحة التى تبدو كأنها مستوية إنما هى فى واقع الأمر تعج بالعديد من فوهات البراكين المختلفة الحجوم من حيث الاتساع والعمق ، كما أن سطح الكوكب الصخرى لا تغطيه طبقات سميكة من الغبار الدقيق الذى تفجر بين طياته الأجسام إذا ما نزلت عليه . ومن المحتمل جداً أن يقتصر سمك تلك الطبقات فى المتوسط على نحو قدم واحد . أما مدى صلابة الصخور فلم يحدد بعد .

ومن المسائل التى تكشفت احتمال وجود نشاط بركانى على سطح القمر ، هذا كما يبدو أن بعض الفوهات هناك إنما نجمت عن انفجار النيازك على السطح لعدم توفر الغلاف الهوائى ، كما أنه لا يوجد أثر ظاهر

لما كان يعتقد أنه بخار كثيف أو حمم بركانية تتحكم فى عمليات الملاحة . ولهذه الأسباب كلها أعلن العلماء أنه من المحتمل جداً أن يكون سطح القمر مناسباً إلى حد بعيد لنزول البشر عليه .

ومن وجهة الملاحة فى الفضاء تتطلب إحدى الطرق المستخدمة للوصول إلى القمر الدخول بقذيفة صاروخية فى مسار من حوله بعد الهروب من جذب الأرض .

والهروب أو الإفلات من أى كوكب معناه التخلص من جاذبية هذا الكوكب ، أو قبضته للأشياء بقوى الجاذبية العالمية ، وذلك عن طريق إكساب الجسم حركة تبعده عن الكوكب بسرعة معينة .

وإذاً فإن مسألة الهروب من الكواكب إنما تنقلنا إلى مسألة الجاذبية . والمعروف علمياً من قوانين نيوتن أن عجلة الجاذبية هذه تتناقص سريعاً بالبعد عن المركز ، كما أنها تتناسب عكسياً مع مربع المسافة المقاسة من مركز الكوكب ، بمعنى أن الكوكب الذى تبلغ عجلة الجاذبية على سطحه نحو ٩٨٠ سنتيمتراً فى الثانية ، أى التى تتزايد فيها سرعة الجسم الساقط بهذا المعدل ، أو تتناقص فيها سرعة الجسم الصاعد بنفس المعدل كذلك ، يمكن أن تصبح عجلة الجاذبية بالنسبة إليه ربع هذه القيمة على بعد يساوى نصف القطر من سطحه ، و $\frac{١}{٩}$ هذه القيمة على بعد من سطحه يساوى القطر كله وهكذا . . . ولهذا السبب فإن قوى الجاذبية تقل بازدياد البعد عن المركز ، إلا أنها لا تصبح صفراً إلا فى ما لا نهاية كما سبق أن ذكرنا .

وعندما يسقط جسم من مسافة لا نهائية متجهاً نحو الأرض مثلا تحت تأثير جاذبيتها فقط ، تصل سرعته عندما يمر بسطحها إلى ٦,٩٨

من الأميال فى الثانية .

ولما كانت الجاذبية عند سطح أى جرم سماوى تتوقف على كتلة هذا الجرم السماوى ، وكذلك على نصف قطره ، فإننا نجد أن الجسم الساقط من مسافة عظمى عندما يمر بأسطح الكواكب المختلفة تكون سرعته بالنسبة إليها هى على الترتيب : المشترى ٣٨ ميلا فى الثانية ، وزحل ٢٣ ميلا فى الثانية ، والزُهرة ٦,٤٦ أميال فى الثانية ، وعطارد ٣,٢٠ أميال فى الثانية ، وقمر الأرض ١,٤٩ ميلا فى الثانية . أما بالنسبة إلى الشمس فتكون سرعةُ الجسم عند مروره بسطحها ٣٨٥ ميلا فى الثانية . وعندما يمر الجسم على بعد من الشمس يساوى بعد الأرض عنها ، أى يمر بمسار الأرض حول الشمس ، تحت تأثير جذب الشمس وحدها تكون سرعته هى ٢٦,٤ ميلا فى الثانية .

وهذه هى عينها سرعات الإفلات بالنسبة إلى هذه الإجرام السماوية . وبطبيعة الحال تتوقف سرعةُ إفلات الجسم المنطلق من الأرض يكن يهرب من قبضة الشمس على اتجاه إطلاقه ، وذلك نظراً لأن الأرض ذاتها تتحرك فى الفضاء بسرعة قدرها ١٨,٥ ميلا فى الثانية . ولقد تم تقدير السرعة ٢٦,٤ التى قلنا إنها هى سرعةُ الإفلات من الشمس على بعد منها يساوى بعد الأرض ، أو نحو ٩٣ مليون ميل ، بالنسبة إلى الشمس . أما بالنسبة إلى الأرض فالأمرُ يتوقف على اتجاه إطلاق الجسم فهو إما أن يطلق فى اتجاه حركة الأرض وعندها تركب السرعتان وتلزم للهروب سرعة وقدرُها ٧,٩ أميال فى الثانية ، وإما أن يُطلق فى اتجاه يضاد دوران الأرض وعندها تكون سرعةُ الإفلات ٤٤,٩ ميلا فى الثانية . أما

إذا أطلق الجسم في اتجاه مضاد على اتجاه حركة دوران الأرض حول الشمس تكون سرعة الهروب مقدرة بالنسبة إلى الأرض هي ١٨,٨ ميلا في الثانية .

ولقد تم إرسال أول القذائف الناجحة المستكشفة للقمر عندما كان هذا الأخير في الربع الأخير ، أي كان أمام الأرض مباشرة في يسارها حول الشمس ، و بذلك انطلق ذلك الصاروخ في اتجاه حركة دوران الأرض .

وعندما نطلق القذيفة والقمر في الربع الأول يكون اتجاه إطلاقها مضاداً لحركة الأرض ، وسرعتها أقل من سرعة الأرض ، و بذلك لا تروح متساقطة مباشرة إلى الشمس ولكن تدنو مقتربة منها حتى يكاد يطابق مسارها مسار كواكب الزهرة ، وتصبح القذيفة عند ذلك كوكباً صناعياً من سفن كشف الزهرة كما كان الحال في بيونير الخامس .

أما سفن الكشف عن المريخ فيجب إطلاقها في اتجاه حركة الأرض إذا ما شئنا استغلال حركة كوكبنا إلى أقصى حد ، والادخار في الوقود والحركة معاً .

والاقتراب من القمر ليس بالأمر السهل ، وذلك لسبب رئيسي هام هو أنه جرم صغير ، ومن الصعب الوقوع في قبضة جاذبيته بحيث تصبح هي المسيطرة على الحركة . وفي الحقيقة نجد أن القذائف الباليستيكية ، أو تلك القذائف التي يعمل المختصون على توجيهها أثناء عمل محركاتها الصاروخية في الأجزاء العليا من مسارها ، ثم يتركونها بعد سقوط تلك المراحل لتصبح في حالة من التساقط الحر الطليق ، ليس من السهل إدخالها في مسار من حول القمر .

والمقترح أن تضاف مرحلة صاروخية أخيرة تعمل باللاسلكي لتقليل سرعة القذيفة بالنسبة إلى القمر حتى تصل إلى الحد الذي يجعل

القذيفة تقع فى قبضة القمر . فالمعروف علمياً أن السفينة التى تبتعدُ عن مركز القمر بمسافة قدرها ٥٥٠٠ ميل أو أكثر تحت ظروف الإطلاق المقترحة لا يمكن أن تقع فى قبضة القمر نظراً لصغر سرعة الإفلات ، ولذلك لن تسبح السفينة من حوله بل تنطلق لتدور حول الشمس ، أو تهوى لترتطم بجسم القمر . هذا كما أن القذيفة التى يتم إطلاقها من الأرض بسرعة قدرها ٣٧ و٧ أميال فى الثانية تمر بالقمر بسرعة قدرها ١,٤٧ ميلا فى الثانية وعلى ذلك فهو لن يقوى على إمساكها .

وهكذا يتضح لنا أن حدود النجاح فى الدوران حول القمر هى حدود ضيقة تماماً ، فالسفينة يجب قبل كل شىء أن تنطلق بسرعة لا تقل عن ٦,٩٢ أميال فى الثانية لكى تخرج من الأرض ، كما أنها يجب كذلك أن تنطلق بسرعة أصغر من ٧,٣٧ أميال فى الثانية حتى تقع فى قبضة جذب القمر . وحتى بين هذين الحدين من السرعة يجب أن تقترب السفينة من سطح القمر القرب الكافى الذى لا يتعدى بضعة آلاف من الأميال .

خاتمة

تنقسم الموضوعات التى يتضمنها هذا الكتاب إلى نوعين : نوع يعالج جانباً مما نهتم به محلياً فى عالمنا العربى من مشاكل جوية ، ثم نوع عام يعرض علينا بعض ظواهر الكون العجيبة ، ويرينا كيف اهتم الإنسان منذ القدم بهذه الظواهر وراح يصفها بشتى الطرق ليستخلص لنفسه العلل والأسباب . ولقد كانت الطبيعة ذاتها عوناً له ومعلمه الأول فى كافة مراحل تطوره العلمى ، كما أنها رغم تقلباتها الفجائية وفرت له على الأرض أحسن الظروف الملائمة التى أنجبت الحياة ثم صانتها فى كافة مراحلها المختلفة .

فنحن نمرح هنا على أرضنا الطيبة فى ظل ظروف طبيعية لا تضارعها أية ظروف طبيعية أخرى مماثلة على أجرام السماء التى تعرفها عن كثب — أى داخل نطاق مجموعتنا الشمسية ، لأننا لا نعرف ما يجرى على الكواكب السيارة التى قد تتبع مجاميع النجوم أو الشموس الأخرى ، وليس فى وسع أحد أن يقدر هذه الحقيقة حق قدرها ما دام يجهل ما يحدث خارج نطاق جو الأرض .

فهناك على الشموس مثلا ترتفع درجة الحرارة إلى الآلاف فى أجوائها الخارجية وإلى عشرات الملايين فى الداخل . أما على أفراد الكواكب السيارة التابعة للشمس فهى إما أن ترتفع إلى ما فوق درجة غليان الماء على الأفراد القريبة منها عندما تتساقط عليها أشعتها المحرقة عن كثب أثناء النهار ، وإما أن تنخفض إلى ما يقرب من درجة الصفر المطلق على الكواكب

البعيدة من الشمس . والصفر المطلق الذى يمثل درجة حرارة الفضاء الكونى الخالى من الإشعاعات والنطاقات إنما يمثل أقل درجة حرارة فى الكون على الإطلاق ، وهو ينخفض تحت درجة تجمد الماء كما نعرفها على الأرض، بنحو ٢٧٣ درجة مئوية ، ولهذا فإننا على الأرض إنما نعيش غير بعيد عن درجة حرارة الصفر المطلق ، أى قرب الحرارة الدنيا فى هذا الكون . ومن الصفات الطبيعة للصفر المطلق أنه تتجمد عنده كافة الغازات وتكاد تنكمش إلى لا شيء ! !

ولو أن جو الأرض كان معرضاً على الدوام إلى زيادة أو نقص ظاهرين لانعدمت الحياة على مر الأجيال ، إلا أن من عجيب أمر هذا الجو وتركيبه أنه يكاد يحتفظ بنفس المعدلات لدرجة الحرارة فى كل إقليم . هذا بطبيعة الحال بصرف النظر عن الذبذبات الطارئة المنتظمة أو غير المنتظمة أو العصور الجليدية التى اجتاحت الأرض وجوها فى عهودها الأخيرة ، وتعرضت خلالها الحياة لامتحانات قاسية .

ولكى يحتفظ جو الأرض فى كل إقليم بنفس معدلات درجة الحرارة التى تميزه على مر السنين كان لزاماً أن تتساوى مقادير الطاقة التى يكتسبها الجو مع مقادير الطاقة التى يفقدها إلى الفضاء الخارجى بطريق الإشعاع . فلو أن هناك أى نقص أو زيادة لانتشر الجليد أو ارتفعت درجة الحرارة إلى الحد الذى تفنى معه الحياة على الأرض .

ورغم أن درجات الحرارة فى جو الأرض لا تختلف إلا فى حدود ضيقة حقاً ما بين الليل والنهار والصيف والشتاء ، إلا أنه كثيراً ما ترتفع صيحات البشر ويعلو ضجيجهم ويعم السخط إذا ما مرت بهم موجة

حارة ، أو انساب إليهم هواء بارد شديد الزمهرير ، أو إذا قلت كمية المطر ، أو اجتاحت البلاد عاصفة هوجاء . . . إننا عندما نشكو من هذه الظواهر الطبيعية إنما ننسى ما نرتع فيه من رخاء وما نستمتع به من أمان وطمأنينة وفرتهما لنا الطبيعة إلا فيما ندر . . .

وأول الأخطار التى نتعرض لها عند مبارحة سطح الأرض إنما تأتى عن طريق نقص الضغط الجوى ، فكتلة الغلاف الجوى على السنتيمتر المربع عند السطح تعادل نحو كيلوجرام كامل ، وما إن نبرح الأرض ونصعد إلى أعلى حتى يقل هذا الضغط ونصل إلى الحد الذى يغلى فيه الدم فى درجة حرارة إحساسنا العادية على علو نحو عشرين كيلومتراً ، وعندها تتفجر الأوعية الدموية . ويسبق ذلك بطبيعة الحال نقص تام فى الأوكسيجين اللازم للتنفس وتضيق صدورنا تدريجاً . والمعروف علمياً أننا على ارتفاع نحو ٢٠ كيلومتراً نكون قد تخلصنا من نحو ٩٨ ٪ من وزن الغلاف الجوى بأكمله . أما على ارتفاع ٢٠٠ كيلومتر فلا يصل الضغط الجوى إلا إلى أجزاء معدودات من عشرة ملايين جزء من قيمته عند السطح .

وقلما تعلو درجة الحرارة على سطح الأرض فوق ٥٥ درجة مئوية ، وذلك فى بعض مناطق المدارين التى يمر بها خط الاستواء الحرارى ، كما أنها قلما تهبط إلى حدود ٧٠ درجة مئوية تحت الصفر فى أواسط سيبيريا أثناء الشتاء ؛ ولكن بالقرب منا فى طبقات الجو العلوى قد تبلغ درجة الحرارة مئات الدرجات داخل طبقة الأيونوسفير ، كما تهبط إلى أقل من ٧٠ درجة مئوية فى أعالى منطقة التروبوسفير كما رأينا سابقاً .

ويحمينا الغلاف الجوى من أخطار الشهب التى تهوى بلا هوادة إلى جو الأرض ؛ إذ يتساقط فى اليوم الواحد آلاف الملايين من الشهب التى يتكون أغلبها من جسيمات دقيقة من الرمال تجرى فى مسارات لها من حول الشمس بسرعة فلكية لا تختلف كثيراً عن سرعة الكواكب السيارة (أى من نحو ١٠ كيلومترات إلى نحو ٥٠ كيلومترا فى الثانية الواحدة) . وعندما تقترب الأرض منها توقعها تحت طائل جاذبيتها وتجعلها تبدأ الدوران فى مسارات جديدة من حول الأرض تقطع الغلاف الجوى عبر مسافات طويلة ، فتحتك بالهواء وتولد كميات من الحرارة تكفى لتبخير الأتربة . وما الشهب التى نراها تهوى أثناء الليل كالنجوم فى كبد السماء ثم تختفى إلا مسارات تلك الغازات الملتهبة على أبعاد تتراوح بين ٨٠ و ١٠٠ كيلومتر من سطح الأرض .

وعندما تقدمت عمليات رصد الشهب فى هذه الآونة اتضح أن الشهب التى تنساب خلال جو الأرض العلوى أصلها أجزاء من المجموعة الشمسية تسبح جسيماتها فى أسراب حول الشمس ، شأنها فى ذلك شأن سائر الكواكب السيارة ، إلا أن مساراتها ضيقة ، كما تزداد درجات تركيزها كلما اقتربت من الشمس . ولاختراق الشهب فى الجو الأرض أهمية عظمى من حيث تكوين نويات التكاثف . ولهذا فإنه كما قدمنا يمكن التنبؤ بحالات الفيضانات العالية والأمطار الغزيرة فى أعقاب دخول الأض سرباً سميكاً من أسراب الشهب .

والغلاف الجوى كذلك يحمينا من أخطار الأشعة الكونية التى ترسلها الشمس والتى تقبل كذلك من أعماق الفضاء . ويدخل تحت قائمة هذه

الأشعة كثيراً من نوى ذرات العناصر المختلفة التى تتحرك بسرعة تقارب سرعة الضوء ، أى ٣٠٠ ألف كيلو متر فى الثانية الواحدة . وتدل هذه الجسيمات على توفر عمليات عظمى تجرى فى بعض أجزاء الكون وتؤدى إلى زيادة طاقة نوى ذرات العناصر . وتبلغ طاقات جسيمات الأشعة الكونية فى كثير من الحالات بضع آلاف الملايين ، بل وربما عشرات آلاف ملايين الإلكترون فولت . ولا يصل سطح الأرض من الأشعة الكونية إلا قدر ضئيل جداً ، فالسنتيمتر المربع الواحد يصله فى المتوسط جسيم واحد من جسيمات هذه الأشعة فى الثانية ، ويمتص الباقى كله فى الجو العلوى

ومن أخطر الإشعاعات أثراً على الخلايا الحية الأشعة فوق البنفسجية التى ترسلها الشمس ، إلا أن جانباً وفيراً جداً من هذه الأشعة الفتاكة يمتصه جو الأرض العلوى (إلايونوسفير كما أن جانباً آخر يمتص فى منطقة الستراتوسفير الدنيا (الاوزونوسفير) ، ولا يصل إلى سطح الأرض إلا قدر يلائم الحياة ، ويقل هذا القدر بازدياد تلوث الهواء بالأتربة والدخان ونحوها . . .

وللجزء الذى يصل سطح الأرض من الأشعة فوق البنفسجية أثر فعال فى معالجة كثير من الأمراض كالنزلات الشعبية والسل والكساح . . . ولهذا ينصح الأطباء مرضاهم بعمل حمامات الشمس بعيداً عن المدن وأتربتها ، وذلك فى مصحات الجبال العالية ، أو على سواحل البحار ، حيث يتوفر الهواء النقى الخالى من الأتربة .

والأشعة فوق البنفسجية هى التى تكسب أجسام الناس ذلك اللون

البربرى الجميل الجذاب المعروف بعد أخذ حمامات الشمس على الشواطئ ، ولكن أغلب الناس الذين يأخذ تلك الحمامات يجهلون أنه لولا الغلاف الجوى ما استطاعوا تعريض أجسامهم للإشعاع الشمسى بحال من الأحوال لوفرة ما يتضمن من أشعة فتاكة .

وختاماً فإن الكتاب كما قلنا يجيب كذلك على كثير من المسائل الهامة التى تتعلق بجونا المحلى ، وهى فى مجموعها مما تلوكه الألسن فى كل مناسبة من المناسبات . وقد شجعنى على الإقدام على هذا العمل أننى كنت أسمع كثيراً من الأراجيف والحشو . ولقد أحببت أن أصل حاضرنا المزدهر بماضينا العظيم ، فهى كلها من نتاج بحوث العرب .

المراجع العربية

١ – الدكتور محمد جمال الدين الفندى

طبيعيات الجو وظواهره – الألف كتاب ١٩٥٦ .

٢ – إيفان راى تاينهيل

الجو وتقلباته – ترجمة الدكتور جمال الفندى ١٩٦١ .

(من مختارات مؤسسة فرانكلين) .

٣ – الدكتور حسين فوزى

المعارف البحرية عند العرب – المؤتمر العربى ١٩٥٣ .

٤ – كيف ترقب السماء

تأليف فرانكلين برانلى – ترجمة الدكتور جمال الفندى ١٩٦٣

(من مختارات مؤسسة فرانكلين) .

٥ – الدكتور حسين فوزى – حديث السندباد القديم ١٩٤٣ .

تم طبع هذا الكتاب بالقاهرة

على مطابع دار المعارف بمصر

سنة ١٩٦٤


قلعة الدواء العربى لتوفير الشفاء لكل عربى
شركة تنمية الصناعات الكيماوية «سيد»
إحدى شركات المؤسسة المصرية العامة للأدوية
تنتج ٣٤ نوعًا من المجموعات الدوائية العالمية
• رأس المال ١,٠٠٠,٠٠٠ جنيه
• قيمة الإنتاج ٣,٠٠٠,٠٠٠ جنيه
• قيمة المبيعات ٢,٣٨٧,٠٠٠ جنيه
• عدد العاملين ١٥٠٠ فنى
• ميزانية الأبحاث ٥٥,٠٠٠ جنيه
• ميزانية الخدمات ٣٥,٠٠٠ جنيه
وتصدر الشركة الفائض من الاستهلاك المحلى إلى
الدول العربية الشقيقة وإلى الدول الأفريقية المتحررة الصديقة
للشركة وكلاء فى جميع البلاد العربية
الإدارة والمصانع وقسم البيع : شارع الأهرام بالطالبية - جيزة ت ٨٩٤٩٦٩
إدارة العلاقات العامة وقسم التصدير : ٢ ش شريف عمارة اللواء
ت ٧٤٠١٥ - ٥٠٥٤٥



متعة التدخين تكتمل
بالسيجارة الرقيقة
كليوپاترا
كنج سايز
بفم فلتر
FILTER TIPPED
سيجارة عربية صميمة
خليط من أجود الأدخنة العالمية
انتاج الشركة الشرقية للدخان والسجاير "ايسترن كومبا
الموزعون في البلاد العربية
الكويت — السيد/ عبد العزيز سعود أبا بطين
الإمارات المتصالحة، قطر — السادة/ يوسف حبيب واخوانه
البحرين — المؤسسة التجارية الشرقية
العراق — السيد/ طالب مصطفى خان
اليمن
عدن والجنوب العربي. وكالة الا
المملكة العربية السعودية. الحاج عبد
دول غرب افريقيا